

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Logistiikan koulutusohjelma / kansainväliset kuljetukset

Tiia Muuri

ÄLYLIIKENTEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Opinnäytetyö 2012

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Logistiikka

MUURI, TIIA

Opinnäytetyö

Työn ohjaaja

Toimeksiantaja

Toukokuu 2012

Avainsanat

Älyliikenteen ympäristövaikutukset

48 sivua

lehtori Juhani Heikkinen

Kymi Technology

älyliikenne, ympäristövaikutus, kuljetusmuoto,
hiilijalanjälki

Tässä opinnäytetyössä on tarkasteltu älyliikenteen ympäristövaikutuksia hyvin laajasta näkökulmasta. Tarkasteluun on pyritty ottamaan mukaan kaikki kuljetusmuodot. Tavoitteena oli kerätä yhteen tietopaketti siitä, miten älyliikenne ja sen kehitys vaikuttavat ympäristöön. Työ tehtiin keräämällä jo julkaistua materiaalia eri lähteistä, kuten tutkimuksista ja lehtiartikkeleista.

Älyliikenteen kehitysvaiheen vuoksi sen ympäristövaikutuksia ei ole vielä tutkittu kovinkaan paljoa. Tämän takia suuri osa opinnäytetyöstä on arviota siitä, minkälaisia vaikutuksia älyliikenteellä on tulevaisuudessa ympäristöön. Opinnäytetyön alussa on perehdytty siihen, mitä älyliikenne on sekä tutkittu, mikä on hiilijalanjälki ja miten muutamat isot yhtiöt ottavat hiilijalanjäljen huomioon kuljetuksissaan. Loppu osa työstä on omistettu eri kuljetusmuotojen tarkasteluun.

Johtopäätöksissä on kirjoittajan omaa arviota siitä, miten älyliikenne tällä hetkellä vaikuttaa ympäristöön sekä minkälaisia vaikutuksia sillä tulevaisuudessa on. Kerätyn aineiston perusteella kirjoittaja on arvioinut, että älyliikenteen kehittymisellä tulee olemaan positiivinen vaikutus ympäristöön sekä kasvihuonekaasupäästöjä pienentävä vaikutus pidemmällä aikavälillä.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Logistics

MUURI, TIIA

Environmental Impact of Intelligent Transportation
Systems

Bachelor's Thesis

48 pages

Supervisor

Juhani Heikkinen, Senior Lecturer

Commissioned by

Kymi Technology

May 2012

Keywords

intelligent transportation systems, environment, impact,
carbon footprint

This study dealt with the issue of what the intelligent transportation systems and services impact to the environment are. All aspects of transportation have been taken into consideration. The goal was to gather information about what intelligent transportation systems are and how their development affects the environment. The study was done by gathering information from already published materials from different sources like scientific journals.

Because the development of intelligent transportation systems is still in progress there are very few studies done about the environmental impacts. This is the reason why major part of this thesis only estimated what kind of effects the intelligent transportation systems might have to the environment. Firstly, there was information about intelligent transportation systems. Secondly, there was little about carbon footprint and how some large companies have taken that into consideration in their transports. Lastly, the study dealt with different forms of transportation.

As a result, an evaluation was written about how intelligent transportation systems will affect the environment now and in the future. The estimate is that the developments of intelligent transportation systems have a positive effect on the environment and the systems will decrease greenhouse gas emissions in the long run.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 6 |
| 2 | ÄLYLIIKENNE | 6 |
| 2.1 | Älykäs liikenne | 6 |
| 2.2 | Älyliikenne Suomessa | 7 |
| 2.3 | Älyliikenteen käyttö | 8 |
| 2.4 | Esimerkkejä älyliikenteen vaikutuksista | 10 |
| 2.5 | Älyliikenne ja ympäristö | 11 |
| 3 | HIILIJALANJÄLKI | 13 |
| 3.1 | Hiilijalanjälki | 13 |
| 3.2 | Esimerkkejä hiilijalanjäljen huomioinnista eri yhtiöillä | 14 |
| 3.2.1 | DHL | 14 |
| 3.2.2 | Schenker | 15 |
| 3.2.3 | UPS | 16 |
| 3.2.4 | Maersk | 16 |
| 3.2.5 | Itella | 18 |
| 4 | MAANTIELIIKENNE | 19 |
| 4.1 | Älyliikenne maanteilla | 19 |
| 4.2 | Kaupunkiliikenne | 19 |
| 4.3 | Julkinen ja ammattiliikenne | 20 |
| 4.4 | Vihreä moottoritie | 20 |
| 4.5 | Älykäs auto | 21 |
| 4.6 | Muut älyliikenne järjestelmät maantieliikenteessä | 23 |
| 4.7 | EU:n tavoitteet maantieliikenteen päästöjen vähentämisessä | 24 |
| 4.8 | Päästöt | 25 |
| 5 | HELPTEN OY – AUTOJEN CO ₂ -PÄÄSTÖT | 26 |
| 5.1 | Helpten Oy | 26 |

| | | |
|-------|--|----|
| 5.2 | Ajoseurantalaite | 26 |
| 5.3 | Ajotietojen analysointi | 27 |
| 5.3.1 | Analyysi 1 | 27 |
| 5.3.2 | Analyysi 2 | 29 |
| 6 | LAIVALIIKENNE | 34 |
| 6.1 | Älyliikenne merellä | 34 |
| 6.2 | Laivaliikenne Suomessa | 35 |
| 6.3 | Laivaliikenteen päästölaskentajärjestelmä | 35 |
| 6.4 | Laivaliikenteen päästöt | 36 |
| 6.5 | Älykkäiden tietoteknisten ratkaisujen merkitys ympäristöhaittojen vähentämisessä | 36 |
| 7 | RAIDELIIKENNE | 37 |
| 7.1 | Älyliikenne raiteilla | 37 |
| 8 | LENTOLIIKENNE | 38 |
| 8.1 | Älyliikenteen käyttö lentoliikenteessä | 38 |
| 8.2 | Lentoliikenteen päästöt | 39 |
| 8.3 | Päästöjen vähentäminen lentoliikenteessä | 40 |
| 9 | MUU YMPÄRISTÖHYÖTY | 41 |
| 9.1 | Älyliikenteen käyttö muissa yhteyksissä | 41 |
| 9.2 | Älyrakennukset | 42 |
| 9.3 | Älyverkot | 42 |
| 10 | JOHTOPÄÄTÖKSET | 43 |
| 10.1 | Älyliikenteen vaikutus ympäristöön tällä hetkellä | 43 |
| 10.2 | Älykkään liikenteen tavoitteet ympäristön suojelussa | 44 |
| 10.3 | Älyliikenteen vaikutus ympäristöön tulevaisuudessa | 44 |
| 10.4 | Yhteenveto | 45 |
| | LÄHTEET | 46 |

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan älyliikenteen ympäristövaikutuksia. Työhön on otettu mukaan kaikki liikennemuodot, jonka vuoksi hyvin yksityiskohtaiseen tarkasteluun ei ole mahdollisuutta. Työn tarkoituksena on antaa viitteitä siitä, minkälaisia vaikutuksia älyliikenteellä yleisesti on ympäristöön ja minkälaisia mahdollisuuksia sen oletetaan luovan esimerkiksi kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä.

Luvussa 5 on käsitelty Helpten Oy:ltä saatuja ajotietoja ja tehty analyysiä tietojen perusteella. Näiden analyysien on tarkoitus antaa hieman konkreettisempaa tietoa tähän opinnäytetyöhön.

2 ÄLYLIIKENNE

2.1 Älykäs liikenne

Älyliikenne termillä tarkoitetaan tieto- ja viestintätekniikkaa, jota käytetään liikenteen sujuvuuden, turvallisuuden ja ympäristöystävällisyyden parantamiseen. Älykkäät liikennejärjestelmät (ITS, Intelligent Transportation Systems and Services) tukevat liikenteen seurantaan, hallintaan ja ohjausta sekä tarjoavat informaatiota ajoneuvojen kuljettajille ja muille liikkujille, kuten pyöräilijöille ja jalankulkijoille, sekä liikennejärjestelmän operoijille. Älykäs liikennejärjestelmä kattaa palveluketjun osat tiedon keruusta, käsittelystä ja jakelusta, aina matkan suunnitteluun ja matkan aikaisiin tietopalveluihin. Älykästä liikennettä voidaan pitää myös yläkäsitteenä liikennejärjestelmissä ja kulkuneuvoissa sovellettaville informaatiotekniikoille. Älyliikenteessä käytettyyn tekniikkaan voidaan lukea mukaan hyvin erilaisia laitteita. Kaikille tuttua älytekniikkaa ovat liikennevalot. Ne on ohjelmoitu ohjaamaan liikennettä tietyllä tavalla, tai peräti ”ajattelemaan itsenäisesti”, tarkoituksena parantaa liikenteen sujuvuutta sekä turvallisuutta. (Brunila, Posti & Tapaninen 2011, 38-58.; Valitse älykäs liikenne 18.4.2012.)

Älyliikenteen kehitys on vielä hyvin alkuvaiheessa. Vaikka tieto- ja viestintätekniikka ovat kehittyneet huimasti viimeisen reilun kymmenen vuoden aikana, älyliikenteen sovellukset ovat vielä hyvin rajoittuneita. Tämä johtuu suurimmaksi osaksi siitä, että älyliikenteen sovelluksia sekä tekniikkaa kehittävät hyvin monet eri tahot ja näiden tahojen yhteistyö on vielä hyvin vähäistä. Rajoittuneisuus johtuu myös siitä, että äly-

liikenteen tavoite on kommunikatio kaiken tekniikan kesken, ja tämä kommunikatio vaatii älyliikenteen sovellusten ja tekniikan yhteensovittamista sekä toistensa että muun tekniikan kanssa. Kuitenkin tällä hetkellä useissa Keski-Euroopan maissa jo 20 % liikenneinfrastruktuurin investoinneista kohdistetaan älykkään liikenteen järjestelmiin ja palveluihin. (Valitse älykäs liikenne 18.4.2012.)

2.2 Älyliikenne Suomessa

Huolimatta älyliikenteen kehitysvaiheesta Suomi on yksi edelläkävijöistä sen kehittämisessä. Älyliikenne on otettu mukaan myös Suomen hallitusohjelmaan. Suomen hallitus linjasi vuonna 2010 iltakoulussa, että Suomi on nostettava merkittäväksi älyliikenteen palveluiden tuottajaksi ja viejäksi. Älyliikenteen innovaatioiden käyttöä on tuettava ja edistettävä kaikin mahdollisin keinoin. Yksi näistä uudistamiskeinoista on ilmasto- ja ympäristöpolitiikan edistäminen.

Vuosina 2010–2015 on tavoitteena kytkeä älyliikenteen tarjoamat mahdollisuudet tiiviisti Suomen liikennepoliittisiin tavoitteisiin. Näihin tavoitteisiin kuuluu muun muassa kasvattaa liikennejärjestelmän palvelukykyä ja väyläpidon tuottavuutta, parantaa liikenneturvallisuutta, lisätä joukkoliikenteen käyttöä, pyöräilyä ja jalankulkua sekä edistää ilmasto- ja ympäristöpolitiikan tavoitteita, kaikki vuoteen 2020 mennessä. (Brunila, Posti & Tapaninen 2011, 38-58; Mitä on älyliikenne? 19.4.2012.)



Kuva 1. Suomen älyliikenteen käytön tavoitteet (Älysovellukset tuovat liikenteeseen järkeä 23.5.2012)

2.3 Älyliikenteen käyttö

Nykyään eri puolilla Eurooppaa on käytössä todellisia älykkäitä liikennejärjestelmiä, tuotteita ja palveluita, jotka perustuvat televiestintään, elektroniikkaan ja tietotekniikkaan. Käytössä on myös useita tehokkaita apuvälineitä, kuten Euroopan laajuiset verkot, tutkimuksen ja teknologisen kehittämisen puiteohjelmat sekä GALILEO-satelliittinavigointijärjestelmän kaltaiset erityisohjelmat. Huolimatta tästä myös nykyistä infrastruktuuria tulisi hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla, sillä olemassa olevaan infrastruktuuriin kuuluu valtava määrä korkealuokkaisia maantie- ja rautatie-reittejä, satamia, lentokenttiä ja sisävesiväyliä. Vaikka eri puolilla Eurooppaa on otettu käyttöön kehittyneitä tieliikenteen hallintajärjestelmiä, muodostavat alueelliset ja kansalliset älykkäisiin liikennejärjestelmiin liittyvät palvelut edelleen epäyhtenäisen kokonaisuuden.

Kehittyneissä maissa, kuten Suomessa, liikennejärjestelmien kehittämisessä käytetään usein neliporrasmallia. Tässä neliporrasajattelussa pyritään ensin vaikuttamaan liiken-

netarpeen ja kulkutavan valintaan. Toiseksi pyritään tehostamaan jo olemassa olevan väylästön käyttöä tai parantamaan sitä. Kolmantena portaana pidetään pieniä parannustoimia. Mikäli nämä pienet parannustoimet eivät ole riittäviä, tarvitaan isoja laajennus- tai uusinvestointeja. Nämä suuret investoinnit ovat neliporrasmallin viimeinen askelma. Älykkäällä liikenteellä voidaan vaikuttaa lähinnä neliporrasmallin kahteen ensimmäiseen portaaseen. Toisin sanoen tämä tarkoittaa sitä, että älyliikenteellä voidaan vaikuttaa liikennetarpeen ja kulkutavan valintaan sekä tehostaa jo olemassa olevan liikenneverkoston käyttöä. (Brunila, Posti & Tapaninen 2011, 38-58.)

Ajantasainen tieto liikenteestä, liikenneympäristöstä ja liikenteen häiriöistä muodostaa kaikissa liikennemuodoissa pohjan älykkään liikenteen ratkaisuille. Ajantasaista tietoa kerätään liikenneväylien varrelle asetetuilla automaattisilla mittaus-, tunnistus-, ja turvajärjestelmillä. Kasvavien liikennemäärien hallinta vaatii yhä reaaliaikaisempaa ja tarkempaa tietoa niin liikenteestä kuin sää- ja keliolosuhteistakin. Nämä tiedot pitää pystyä myös analysoimaan ja välittämään nopeasti sekä toimijoille että yksittäisille tien käyttäjille. (Valitse älykäs liikenne 18.4.2012.)

Julkisen liikenteen palvelujen saatavuuden parantaminen ja tehokkuuden lisääminen sisältyvät myös älykkäisiin liikennejärjestelmiin. Älyliikenteen avulla voidaan antaa tietoa matkustajille ennen matkaa sekä ajantasaaisesti matkan aikana. Myös maksaminen helpottuu kun käytössä ovat erilaiset älykortit. Älykortit helpottavat sekä liikenteenharjoittajan toimia että matkustajien kulkua. Maksaminen älykortilla poistaa esteitä erityisesti henkilöiltä, joilla on fyysisiä rajoitteita. (Älykkäät liikennejärjestelmät 18.4.2012.)

Käyttäjälle älykkäistä liikennejärjestelmistä on kolmenlaista hyötyä. Ensimmäiseksi tieliikenteen turvallisuus paranee huomattavasti. Toiseksi tieverkoston tehokkuus saadaan huippuunsa, ja kolmanneksi haitalliset ympäristövaikutukset vähenevät. Älykkäiden liikennejärjestelmien avulla voidaan tieliikenteessä matkustaville antaa ajantasaista tietoa ja ennusteita sekä liikenteestä että säästä. Tiedon avulla ihmiset voivat suunnitella matkansa entistä tehokkaammin jo ennen liikkeelle lähtöä. Liikkeellä ollessaan matkustajat saavat ajantasaista tietoa liikennettä hidastavista tekijöistä, vaaraa aiheuttavista tekijöistä ja onnettomuuksista sekä opastusta vaihtoehtoisten tai optimaalisten reittien valinnassa. Kaikki tämä auttaa vähentämään ruuhkia huomattavasti, jon-

ka seurauksena polttoaineen käyttö tehostuu ja sekä käyttökustannukset että haitalliset päästöt pienenevät. (Älykkäät liikennejärjestelmät 18.4.2012.)

Tieliikenteen älysovelluksiin kuuluvat muun muassa autonavigointi, sähköinen maksujen kerääminen sekä kalustonhallinta ja kuljettajan erilaiset apuvälineet. Rautatieliikenteessä paras hyöty saadaan parantuneista rataselvityksistä ja matkustajille suunnatuista tietopalveluista. (Älykkäät liikennejärjestelmät 18.4.2012.)

2.4 Esimerkkejä älyliikenteen vaikutuksista

Kaupunkialueilla liikennettä ohjaavat yleisesti merkinantolaitteet. Älykkään tekniikan avulla nämä laitteet mukautuvat automaattisesti liikennevirran optimoimiseksi sekä antavat etuajo-oikeuden julkiselle liikenteelle. Etuajo-oikeuden antaminen auttaa poistamaan linja-auto sumia sekä pitämään julkisen liikenteen aikataulussa. Valtateillä liikennettä taas hallitsevat järjestelmät, jotka antavat autoilijoille ajantasaista tietoa esimerkiksi nopeusrajoituksista. Sekä kaupunkialueilla että valtateillä, nämä järjestelmät lisäävät liikenteen suorituskykyä ja sujuvuutta sekä vähentävät onnettomuuksista johtuvaa ruuhkautumista. Junien tasoristeykset on sovitettu yhteen merkinantolaitteiden ja junien kulun kanssa sekä alueelliset multimodaaliset tietojärjestelmät antavat matkustajille tietoa tie- ja kauttakulkuliikenteestä.

Kulkuvälineiden rikkoutumista sekä pelastustoimintaa onnettomuuden sattuessa helpottavat erilaiset paikannuslaitteet sekä ajoneuvokaluston laitteiden seurantajärjestelmät. Liikenteeseen liittyvät maksut, kuten tietullit, siirtyvät maksettaviksi sähköisesti, mikä helpottaa sekä maksujen keruuta että maksamista. Kuljettaja pystyy hoitamaan automatisoidut maksutoimenpiteet helposti ja luotettavasti, jolloin liikenteen sujuvuus paranee sekä matkustajien että muiden tielläliikkujien kannalta. Sähköisen maksujen maksamisen ansiosta esimerkiksi pysäköintimaksut, linja-auto ja junaliput sekä tie-maksut voidaan hoitaa kaikki yhdellä älykortilla.

Liikenteenharjoittajat voivat myös optimoida kalustonsa käyttöä varustamalla kaikki kulkuneuvonsa paikannuslaitteilla, jotka lähettävät sijaintiedot valvontakeskukseen. Tämä säästää aikaa ja rahaa sekä parantaa asiakaspalvelua. Älykkäistä liikennejärjestelmistä on myös paljon apua siirrettäessä rahtiliikenteen painopistettä maanteiltä rautateille. (Älykkäät liikennejärjestelmät 18.4.2012.)

2.5 Älyliikenne ja ympäristö

On esitetty, että informaatio- ja kommunikaatioteknologioiden lisääntyminen tulee tulevaisuudessa kasvattamaan kasvihuonekaasupäästöjä. Toisaalta informaatio- ja kommunikaatioteknologioista saatava hyöty on kuitenkin moninkertainen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä verrattuna itse teknologioiden tuottamiin päästöihin. Tällä hetkellä on käytössä useita tietoteknisiä menetelmiä, joilla pyritään logistiikan tarpeiden tehostamiseen sekä päästöjen vähentämiseen. Esimerkiksi varastoinnissa ja toimitusketjuissa tärkeänä pidetään tavaroiden reaaliaikaista seuranta. Tähän tarkoitukseen on kehitetty Radio Frequency IDentification (RFID) –järjestelmä. Kyseinen järjestelmä on radiotaajuinen etätunnistus menetelmä, jossa tiedon etälukuun ja tallentamiseen käytetään RFID-tunnisteita. Näitä tunnisteita kutsutaan RFID-tageiksi. Niiden avulla voidaan logistiikassa seurata ajantasaisesti tavaraliikennettä, varastonkiertoa sekä tehdä automaattista tunnistamista. Tagien avulla logistiikan suunnittelu ja ohjaus helpottuvat ja yksittäiseen tuotteeseen keskittyminen on helpompaa. RFID-tekniikkaa voidaan soveltaa esimerkiksi konttaliikenteeseen. Kuljetusreittien optimoinnissa, ajoneuvon moottorin kulutuksen ja kunnon reaaliaikaisten tietojen tuottamisessa ja erilaisissa navigointipalveluissa auttavat esimerkiksi ajotietokoneet, Global Positioning System (GPS), Geographical Information System (GIS) sekä muut ajoneuvojen mobiililaitteet. (Brunila, Posti & Tapaninen 2011, 38-58.)

Logistiikan toimintamallien muutokseen, kommunikoinnin parantamiseen sekä toiminnan tehostamiseen on esitetty useita eri teknologioita ja palveluita. Markkinoilla on tarjolla hyvin erilaisia ohjelmia ja tietojärjestelmiä viestinnälle, toimitusketjujen suunnittelulle ja mallinnukselle, reaaliaikaisille reitinoptimointipalveluille, vuorovai- kutteisille suunnittelu ja ennakointi järjestelmille, korjaus-, huolto- ja toiminta ohjel- mille sekä liike- ja operatiivisille toiminnoille. Logistisia toimintoja pyritään myös te- hostamaan tietotekniikan sovelluksilla sekä ajatusten ja käyttäytymisen muutoksilla. Hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä käytetään hyväksi erilaisia laskentamalleja ja päästöjen vähentämislaskureita sekä elektronisia rahdin vaihto huutokauppoja (Elec- tronic Freight Exchanges, EFX), joissa huutokaupataan yleensä laivojen vapaata las- tauskapasiteettia. Elektronisilla rahdin vaihto huutokaupoilla pyritään maksimoimaan lastauskapasiteetin käyttö ja vähentämään vajaina kulkevien alusten määrää. Käyttä- mättömän lastauskapasiteetin hallintaa varten on olemassa myös laskentaohjelmia se-

kä ohjelmia, joilla voidaan suunnitella tuotantoa kehdestä hautaan – ajattelumallilla. (Brunila, Posti & Tapaninen 2011, 38-58.)

Global eSustainability Initiative & The Climate Group (2010) -raportissa arvioitiin, että informaatio- ja kommunikaatioteknologian ratkaisulla voisi globaalisti olla suuri rooli energiatehokkuuden parantamisessa, sähkönsiirtoverkkojen, tehtaiden ja rakennusten energiakulutuksen vähentämisessä sekä kuljetusketjujen tehokkuuden parantamisessa. Jo käyttämällä älykkäitä moottoreita, älykästä logistiikkaa, älykkäitä rakennuksia ja sähköverkoja pystyttäisiin vähentämään 7,8 Gt hiilidioksidia vuoteen 2020 mennessä. Rahaksi muutettuna tämä vähennys toisi 600 miljardin euron säästöt. On myös arvioitu, että vuonna 2020 koko maailman kasvihuonekaasupäästöt olisivat peräti 51,9 Gt, josta pelkästään erilaisten kuljetusten päästöosuus olisi 7,6 Gt. Euroopassa on ennustettu koko logistiikkapalvelualan kasvavan vuodesta 2002 vuoteen 2020 jopa 23 %, mikä tarkoittaisi sitä, että Euroopassa logistiikan kasvihuonekaasupäästöt olisivat vuonna 2020 jopa 18 % koko Euroopan kasvihuonekaasupäästöistä. Kyseessä olevan raportin mukaan informaatio- ja kommunikaatioteknologiaratkaisulla pystytään vähentämään kasvihuonekaasuja maailmanlaajuisesti kuljetuksissa 16 % ja varastoinnissa peräti 27 % vuoteen 2020 mennessä. Tonneissa säästö olisi 1,52 Gt, josta varastoinnin osuus olisi vain 0,22 Gt. Raportissa esitettiin seuraavanlaisia ratkaisuja ja tekniikoita päästöjen vähentämiseksi:

- logistiikantietoverkkojen optimointi (0,34 Gt)
- kaupalliset intermodaalikuljetukset (0,02 Gt)
- keräilyn optimointi ja jakelun tarkempi suunnittelu (0,33 Gt)
- kuljetusreittien optimointi (0,10 Gt)
- taloudellinen ajaminen (0,25 Gt)
- tarpeettomien lentoaikojen vähentäminen ja lennon aikainen polttoainetehokkuus (kaupallinen ja tavaraliikenne) (0,24 Gt)
- tieliikenteen polttoaineen kulutuksen vähentäminen (0,02 Gt)
- alusten täyttöasteen maksimointi (0,01 Gt)
- laivaliikenteen optimointi (0,18 Gt)
- pakkausten minimointi (0,04 Gt)

(Brunila, Posti & Tapaninen 2011, 38-58.)

3 HIILIJALANJÄLKI

3.1 Hiilijalanjälki

Hiilijalanjäljestä puhuttaessa tarkoitetaan jonkin tuotteen, toiminnon, palvelun tai ihmisen aiheuttamaa ilmastokuormaa eli sitä, kuinka paljon kasvihuonekaasuja edellä mainittujen asioiden koko elinkaaren aikana syntyy. Hiilijalanjälki käsitteen ympärille on kehitetty mittari, jonka avulla pystytään arvioimaan tekojen ja kulutusvalintojen vaikutusta ilmaston lämpenemiseen. Hiilijalanjälkimittarin avulla voidaan siis mitata, paljonko kasvihuonekaasupäästöjä esimerkiksi leivän syönti aiheuttaa. Hiilijalanjälkeä mitattaessa mitataan yleensä kuitenkin vain hiilidioksidi (CO_2) ja metaani päästöt (CH_4), sillä koko hiilijalanjäljen selvittäminen vaatisi erittäin paljon aikaa sekä informaatiota, jota ei aina ole saatavilla.

Hiilijalanjälki ilmoitetaan tapauksesta riippuen joko tonneina, kilogrammoina tai grammoina. Useimmiten hiilijalanjälki ilmoitetaan kasvihuonekaasujen yhteenlasketuna määränä eli hiilidioksidiekvivalentteina. Hiilidioksidiekvivalentti lasketaan kaikista kasvihuonekaasuista ottamalla huomioon niiden ilmastoa lämmittävä vaikutus verrattuna hiilidioksidiin.

Kuluttajan hiilijalanjälki voidaan taas jakaa kahteen osaan, suoriin ja epäsuoriin päästöihin. Suorat päästöt syntyvät kuluttajan oman toiminnan seurauksena, esimerkiksi autolla ajaminen. Epäsuoriksi päästöiksi taas katsotaan joukkoliikennevälineiden käyttö. Epäsuorat päästöt jaetaan kaikkien matkustajien kesken henkilökilometrien suhteessa. Epäsuoriksi päästöiksi lasketaan myös hyödykkeiden ja palveluiden käytön yhteydessä syntyvät päästöt.

Suurin syy kiinnostukseen hiilijalanjälkeä kohtaan on halu vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Päästöjen vähentämiseen pyritään kokoajan kehittämään uutta tekniikkaa. Tästä tekniikasta hyvänä esimerkkinä ovat aurinkopaneelit ja tuulivoimalat. On kuitenkin esitetty, että tehokkain tapa vähentää hiilijalanjälkeä on joko pienentää tarvittavaa energian määrää huomattavasti, tai pyrkiä pienentämään yleistä riippuvuutta fossiilisista polttoaineista. (Hiilijalanjälki 23.4.2012.; Carbon footprint 23.4.2012.)

3.2 Esimerkkejä hiilijalanjäljen huomioinnista eri yhtiöillä

Tässä luvussa on selvitetty sitä, miten suuret yhtiöt, kuten DHL ja Schenker, ottavat toiminnassaan huomioon hiilijalanjäljen.

3.2.1 DHL

DHL tarjoaa GoGreen -palvelun, joka on yhtiön mukaan *carbon-neutral shipping option* eli hiilidioksiditon kuljetusvaihtoehto. Palvelu on käytettävissä yli 35 eri maassa. GoGreen -palvelussa kaikki kuljetukseen liittyvät hiilidioksidipäästöt lasketaan, jonka jälkeen varmistetaan, että DHL on ostanut tarpeeksi hiilidioksidipäästöyksiköitä ulkopuolisen ilmastonsuojeluhankkeen tukemisen avulla. Päästöyksiköt on määritelty Kioton sopimuksessa. Tällaista toimintaa kutsutaan myös hiilidioksidikaupaksi. DHL ostaa päästöyksiköitä ilmastonsuojeluhankkeilta, joihin yritys on itse sijoittanut ja jotka puolestaan toiminnallaan vähentävät kasvihuonekaasupäästöjä. Kuvassa 2 on havainnollistettu tätä toimintaa.



Kuva 2. DHL tasapainottaa kuljetuksista johtuvia hiilidioksidipäästöjä tukemalla erilaisia ilmastohankkeita. (GOGREEN Service 23.4.2012)

Asiakkaalla on mahdollisuus myös valita, haluaako lähettää kaikki vai vain osan lähetyksestä GoGreen -palvelua käyttäen. GoGreen -palvelua käyttävät asiakkaat saavat vuosittain todistuksen siitä, kuinka paljon hiilidioksidipäästöjä he ovat onnistuneet vähentämään käyttämällä palvelua. Kaikkiin GoGreen lähetyksiin laitetaan myös tarra, joka ilmoittaa sen olevan niin sanottu vihreä kuljetus.

DHL: n sisäinen Carbon Management -ryhmä seuraa sitä, kuinka paljon hiilidioksidipäästöt ovat ulkopuolisen ilmastonsuojeluhankkeen avulla vähentyneet. Ryhmän tehtävänä on myös vahvistaa GoGreen -prosessi ja päästöjen laskenta menetillä vuosittain kolmannelta osapuolelta.

DHL ei kuitenkaan laske tämän hiilidioksidittoman kuljetusvaihtoehdon tuottamia päästövähennyksiä mukaan heille määrättyyn hiilidioksidin vähennystavoitteeseen. (GOGREEN Service 23.4.2012.; Climate Protection Projects 23.4.2012.)

3.2.2 Schenker

Schenker pystyy suuren kokonsa ja laajan toimintaverkostonsa ansiosta tarjoamaan useita eri tapoja päästöjen vähentämiseen kaikissa kuljetusmuodoissa. Schenker tarjoaa myös mahdollisuuden lähettää kuljetukset täysin päästöttömästi.

Päästöjen vähentämiseen Schenkerillä on muun muassa seuraavanlaisia ratkaisuja:

- Eco Plus -tavarajuna. Palvelu mahdollistaa kuljetuksen kokonaan ilman hiilidioksidipäästöjä, sillä koko kuljetus hoidetaan junalla.
- DB SCHENKERhangartner und DBSCHENKERrailog -yhdistetty kuljetus. Yhdistetyissä kuljetuksissa pyritään hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen käyttämällä junaa mahdollisimman paljon kuljetuksen aikana. Lopun kuljetuksesta hoitavat rekat.
- Eco OceanLane. Merikuljetuksissa Schenker pystyy tarjoamaan asiakkailleen mahdollisuuden vähentää hiilidioksidipäästöjä jopa 50 %. Tämän mahdollistavat muun muassa laivan hieman hitaampi nopeus sekä junan käyttö sisämaa kuljetuksissa.
- Eco Charter. Eco Charter palvelun avulla Schenker pystyy vähentämään lentokuljetusten hiilidioksidipäästöjä peräti 20 %. Schenker käyttää rahtikoneita, joiden moottorit on suunniteltu mahdollisimman taloudellisiksi, niiden wingletit on optimoitu erittäin aerodynaamisiksi sekä koneet on valmistettu erittäin kevyestä hiilikuidusta. Myös koneiden lastauskapasiteetti on kasvatettu mahdollisimman suureksi.

- Eco Warehouse. Schenker on kehittänyt integroidun varastokonseptin, jossa varastoa käytetään mahdollisimman ympäristöystävällisesti. Tällä tavalla hiilidioksidipäästöjä pystytään vähentämään jopa 35 %.

Schenkerillä myös analysoidaan kaikkien kuljetusten aiheuttamat päästöt asiakaskohteisesti. Asiantuntijat analysoivat päästöistä tallennetut tiedot vaatimusten mukaan, sekä graafisesti että matemaattisesti, käyttäen niin kutsuttua Eco Optimizer -ohjelmaa. Ohjelma tarjoaa tarkat tiedot siitä, mitkä ovat suurimmat päästöjen aiheuttajat kuljetuksen aikana sekä ehdotuksia siitä, miten näitä päästöjä olisi mahdollista pienentää.

Hiilijalanjäljen analysoinnin jälkeen tehdään asiakkaan tarpeiden mukaan yksilöity suunnitelma siitä, miten juuri kyseisen asiakkaan kuljetusten aiheuttamia päästöjä voidaan vähentää. (CO₂-reduction measures for every mode of transport 24.4.2012.; Analysis and optimization of carbon emissions 24.4.2012.)

3.2.3 UPS

UPS tarjoaa myös hiilidioksidittoman pakettien lähetys mahdollisuuden. UPS:n hiilidioksiditon lähetys ei kuitenkaan perustu sen käyttämiin kuljetusmuotoihin, vaan UPS harjoittaa DHL:n tapaan hiilidioksidikauppaa. Yritys sijoittaa erilaisiin ympäristöhankkeisiin, kuten metsien uudelleen istutukseen sekä jätevesien uudelleen puhdistus mahdollisuuksien parantamiseen. Näiden hankkeiden avulla se ostaa itselleen päästöyksiköitä, jotka kattavat kuljetusten tuottamat päästöt. (Shipping carbon neutral with UPS 24.4.2012.)

3.2.4 Maersk

Suurien valtamerialusten polttoaineena ei pystytä vielä käyttämään muuta kuin fossiilisia polttoaineita. Tämän vuoksi Maersk on kehittänyt useita tapoja vähentää näiden polttoaineiden aiheuttamia päästöjä. Huolimatta päästöistä, merikuljetukset ovat kuitenkin kaikkein energiatehokkain sekä ympäristöystävällisin kuljetusmuoto. Kuvassa 3 on vertailtu eri kuljetusmuotojen energiankäyttöä sekä päästöjä.

| Energy Use | PS-Type container vessel (11,000 TEU) | S-Type container vessel (6,600 TEU) | Rail - Electric* | Rail - Diesel* | Heavy Truck* | Boeing 747-400* |
|------------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------|----------------|--------------|-----------------|
| kWh/tkm | 0.014 | 0.018 | 0.043 | 0.067 | 0.18 | 2.00 |

| Emissions (g/tkm) | PS-Type container vessel (11,000 TEU) | S-Type container vessel (6,600 TEU) | Rail - Electric* | Rail - Diesel* | Heavy Truck* | Boeing 747-400* |
|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------|----------------|--------------|-----------------|
| Carbon dioxide (CO ₂) | 7.48 | 8.36 | 18 | 17 | 50 | 552 |
| Sulphur oxides (SO _x) | 0.19 | 0.21 | 0.44 | 0.35 | 0.31 | 5.69 |
| Nitrogen oxides (NO _x) | 0.12 | 0.162 | 0.10 | 0.00005 | 0.00006 | 0.17 |
| Particulate matters (PM) | 0.008 | 0.009 | n/a | 0.008 | 0.005 | n/a |

*Source: Network for Transport and the Environment
(NTM) kWh/tkm = kilowatt hours per tonne-kilometres g/tkm = grams per tonne-kilometres

Kuva 3. Eri kuljetusmuotojen energian käytön ja päästöjen vertailu (Reducing greenhouse gas emissions 24.4.2012)

Maersk Line pyrkii vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä erilaisilla projekteilla. Näihin projekteihin kuuluvat muun muassa moottorin toiminnan parantaminen, ilmastoinnin optimointi sekä laivan rungon ja potkureiden huoltoprojektit. Maersk ylläpitää myös projekteja, joissa tutkitaan polttoaineen käytön eri mahdollisuuksia sekä vaihtoehtoisia energianlähteitä.

Jo Maerskin laivasuunnittelussa otetaan huomioon kasvihuonekaasujen vähentäminen. Esimerkiksi laivoihin asennetaan ylijäämälämmön keräysjärjestelmä, jonka ansiosta ylijäämälämpöä voidaan käyttää voimanlähteenä. Näin pystytään vähentämään polttoaineen käyttöä jopa 10 prosenttia. Käytössä ovat myös jäteöljyn keräysjärjestelmä sekä uusi sylinterien voitelujärjestelmä.

Aluksen käyttöaikana sovelletaan useita strategioita polttoainesäästöjen saavuttamiseksi. Näistä esimerkkejä ovat seuraavat:

- Optimoitu matkan suunnittelu, johon Maersk on kehittänyt oman suunnittelujärjestelmän VES. Ohjelmaa käytetään suurimmissa aluksissa vähiten polttoainetta vievän reitin suunnitteluun.

- Sään kartoitus matkaa suunniteltaessa.
- Rungon sekä potkureiden huoltotoimenpiteet.

Maersk Line valvoo kaikkia omistamiaan aluksia hienostuneen, tehokkuutta tarkkailevan järjestelmän avulla. Järjestelmän avulla aluksen tehokkuutta pystytään korjailemaan päivittäin.

Termokonttien lämmön tarkkailussa Maersk käyttää CO₂ päästöystävällistä järjestelmää. Järjestelmän nimi on QUEST, Quality and Energy efficiency in Storage and Transport of agro-materials. Järjestelmää käytetään kaikissa lämpötarkkailluissa kuljetuksissa. Se mahdollistaa jopa 30 kg / päivä vähennyksen hiilidioksidipäästöissä. (Reducing greenhouse gas emissions 24.4.2012.)

3.2.5 Itella

Itella pyrkii ympäristöohjelmassaan vähentämään hiilidioksidipäästöjä 30 % vuoden 2007 tasosta vuoteen 2020 mennessä. Pääasialliset keinot päästöjen vähentämisessä ovat energiatehokkuuden parantaminen ja vähäpäästöisemmän uusiutuvan energian käyttö.

Itellan on tehnyt toimenpiteitä lähes kaikessa toiminnassaan saavuttaakseen ympäristöohjelmansa tavoitteen. Kuljetuksissa pyritään painottamaan taloudellista ajotapaa ja käyttämään reittioptimointia sekä yhdistettyjä kuljetuksia. Lisäksi vaihtoehtojen osuutta pyritään kasvattamaan 40 % vuoteen 2020 mennessä. Kiinteistöjen kohdalla Itella pyrkii parantamaan energiatehokkuuttaan, esimerkiksi vuoteen 2011 mennessä Itella tavoite oli siirtyä vihreän sähkön käyttöön. (Ympäristövastuu – enemmän vähemmällä 25.4.2012.)

Hyviä esimerkkejä Itellan tekemistä toimenpiteistä ovat biokaasuautojen käyttöönotto ja sähkömopojen kokeilu postin jakelussa. Biokaasulla toimivat autot eivät käytännössä tuota lainkaan terveydelle haitallisia pienhiukkasia. Biokaasun käytöllä Itella pystyy vähentämään hiilidioksidipäästöjä 4000 tonnia vuodessa (tavoite on vuoteen 2015 mennessä). Tällä hetkellä Suomessa on käytössä 16 biokaasuautoa ja tavoitteena Itellalla on tuplata määrä vuosittain. Testauksessa ovat myös sähkömopot. Niitä Itellalla on noin 30 kappaletta. Postinjakelussa käytettävien sähkömopojen hiilidioksidipäästöt

ovat vain noin 30 % vastaavaan polttomoottorimopoon verrattuna. Lisäksi ne ovat lähes äänettämiä, mikä lisää työ- ja ympäristöviihtyvyyttä. Tavoitteena Itellalla on kasvattaa sähkömopojen osuus, kaikista jakeluun käytettävistä mopoista, 50 % tähän vuoteen (2012) mennessä. (Vähemmän kuormittavaa kuljetusta 25.4.2012.)

Itellan pyrkimys on vähentää päästöjä omaa toimintaprosessiaan kehittämällä. Jäljelle jäävien päästöjen kompensoimiseksi Itella käyttää suurimpien yritysten tapaan hiilidioksidikauppaa eli rahoittaa kansainvälisiä ilmastohankkeita, joiden avulla vastaava hiilidioksidimäärä säästyy toisaalla maailmassa. Itella on myös maailman ensimmäinen posti, jonka kaikki jakelupalvelut ovat automaattisesti täysin hiilineutraaleja, ilman mitään asiakkaan maksamaa lisämaksua. (Ympäristövastuu – enemmän vähemmällä 25.4.2012.)

4 MAANTIELIIKENNE

4.1 Älyliikenne maanteillä

Viime vuosina ajoneuvoliikenteen kasvu on ollut huomattavaa kaupunkialueilla. Henkilö- ja tavaraliikenteessä tarvitaan huomattavia toimia päästöjen vähentämiseksi, sillä yksilöiden valinnat eivät enää tue energian säästöä vaan painopiste on siirtynyt ajan säästämiseen. Tämä taas yleisesti tarkoittaa henkilöauton valitsemista julkisen liikenteen sijaan. (Raninen 2009.)

Erilaisia älykkään liikenteen sovelluksia on jo käytössä useissa eri paikoissa. Hyvä esimerkki näistä sovelluksista ovat teiden varsille sijoitetut informaatiotaulut, joita Suomessa voi nähdä ainakin kehäteillä. Informaatiotaulut tarjoavat autoilijoille reaaliaikaista tietoa tien tapahtumista sekä tien kunnosta. Tällä hetkellä tiedot ovat vielä rajoittuneet lähinnä nopeusrajoituksiin sekä pääkaupunkiseudulla ruuhkainformaatioon. Tulevaisuudessa informaatiotaulujen voidaan odottaa yleistyvän ympäri Suomen sekä niiden tarjoaman informaation laadun monipuolistuvan. (Raninen 2009.)

4.2 Kaupunkiliikenne

Tieliikenteen ajoneuvojen hiilidioksidipäästöistä kaupunkiliikenne tuottaa huomattavan suuren osan, 40 %. Vaikka tilanne on paljon pahempi joillakin maailman alueilla, Euroopassa kansalaisia kannustetaan yhä enemmän käyttämään julkista liikennettä se-

kä saastuneisuuden että ruuhkien vähentämiseksi. Kaupunkiympäristössä älykkäiden liikennejärjestelmien tavoite on yleisesti parantaa julkista liikennettä koskevien tietojen saatavuutta, mahdollistaa kaupunkiympäristössä tehtävien matkojen ennakkosuunnittelu, mukaan luettuna pysäköinti, sekä edistää muiden liikennemuotojen käyttöä, esimerkiksi tiedottamalla pyöräteistä ja helpottamalla matkaa koskevien muutosten tekemistä näyttötaulujen informaation tai GSM-puhelimeen saatavan informaation avulla. Myös palvelujen maksaminen älykortilla tai GSM-puhelimella luetaan mukaan näihin innovaatioihin. (Älykkäät liikennejärjestelmät 18.4.2012.)

4.3 Julkinen ja ammattiliikenne

Joukkoliikenteessä älykkään liikenteen ratkaisut huolehtivat siitä, että joukkoliikennevälineet etenevät aikataulun mukaisesti ja erilaiset maksut, kuten liput tai tietullimaksut, hoidetaan sähköisesti jolloin kuljettaja pystyy keskittymään täydellisesti ajotehtäväänsä. (Älykkäät liikennejärjestelmät 18.4.2012.)

Tällä hetkellä ammattiliikenteessä on jo käytössä älyliikennejärjestelmiä, joissa kuljettaja ajaa itse. Järjestelmät seuraavat kuljettajan ajotapaa ja opastavat häntä ajamaan turvallisemmin ja taloudellisemmin. Taloudellinen ajo vaikuttaa myös auton päästöihin ja näin ympäristön hyvinvointiin. (Rantanen 2011, 12–13.)

Ammattiliikenteessä perustavoitteita ovat tyhjällä tai vajaalla kuormalla tehtävien tavaraj- ja henkilökuljetusten vähentäminen. Kuljettavia matkoja tulee optimoida liikenteen sujuvuuden ja ympäristöön kohdistuvien haittavaikutusten minimoimiseksi.

Älykkäiden liikennejärjestelmien avulla liikenteenharjoittajien on myös mahdollista tietää täsmällisesti, missä heidän kulkuneuvonsa kulloinkin ovat ja hallita kalustoaan yhä tehokkaammin sekä määrätä kuljettajia nostamaan tai laskemaan kulkunopeutta. (Älykkäät liikennejärjestelmät 18.4.2012.)

4.4 Vihreä moottoritie

Niin kutsuttu vihreä moottoritie on yksi tulevaisuuden suurista visioista. Tämänkaltaisen moottoritien suunnittelu auttamaan sekä autoa että kuljettajaa siten, että ajaminen olisi mahdollisimman turvallista ja ennen kaikkea matkat tehtäisiin mahdollisimman pienillä päästöillä. Vihreän tien varrelta löytyisi muun muassa biopolttoainei-

den tankkauspisteitä, sekä tien laiduille pystytetyistä tuulivoimalarivistöistä sähkönsä saavia sähköautojen latauspisteitä.

Vihreän moottoritien toiminta vaatii kuitenkin sen, että kaikki teknologia on keskenään yhteydessä. Esimerkiksi sähköauton tulee aina tietää missä seuraava latausasema on. Tässä astuu esiin älyliikenne ja ennen kaikkea älykäs tekniikka, joka auttaa sähköautoa suunnittelemaan parhaan reitin, jotta auto ei hyydy matkalle. Tämä ei ole mahdollista vielä muutamaan vuoteen, mutta kehitys menee koko ajan eteenpäin, ja pian on mahdollista, että kaiken tämän mahdollistavat laitteet pystyvät kommunikoimaan keskenään.

Älytekniikka tuo vihreälle moottoritielle myös mukavuutta, josta hyvä esimerkki on visio automaattijonosta. Visio on, että tulevaisuudessa kuljettaja voi ajaa autonsa vihreälle moottoritielle ja kytkeä automaattiohjauksen päälle. Kun automaatti ohjaa autoa kuljettaja voi esimerkiksi ottaa nokoset tai tehdä töitä auton ajaessa ”itsestään”. Automaattijonossa olevat autot pystyvät kommunikoimaan sekä keskenään että myös tien kanssa. Automaattijonon mahdollistamiseen tarvittava tekniikka on jo olemassa, mutta se vaatii vielä paljon kehitystä, jotta se olisi mahdollisimman luotettavaa. Jonon periaate on se, että jonossa olevat autot pysyvät ihanteellisen matkan päässä toisistaan ja näin autojen nopeudet pysyvät tasaisina sekä polttoaineen kulutus on mahdollisimman vähäistä.

Automaattijonon kehittämisessä ovat mukana muun muassa Volvo sekä kuusi muuta yritystä neljästä eri maasta. Automaatio mahdollistaa sen, että autot voivat edetä vain muutaman metrin päässä toisistaan. Tällöin ilmanvastus pienenee ja polttoaineen kulutus laskee noin viidenneksellä. Ensimmäisenä jonossa olisi esimerkiksi bussi, tai jokin muu ammattikuljettajan ohjaama ajoneuvo, ja henkilöautot kulkisivat perässä automaattisesti. Henkilöautojen ohjauspyörät kääntyisivät itsestään ja jarrut toimisivat tarpeen vaatiessa heti. Oikeasta välimatkasta ja nopeudesta pitäisivät huolen tietokoneet. (Rantanen 2011, 12–13.)

4.5 Älykäs auto

Älykäs auto on vielä suurimmaksi osaksi tulevaisuuden visiota, mutta tällä hetkellä on jo olemassa yksittäisiä laitteita ja järjestelmiä, joita voidaan käyttää älykkään auton luomisessa.

Tavoite on, että älykäs auto reagoi ympäristöönsä antureiden ja kameroiden avulla. Sen tulee pystyä viestimään langattomasti muiden tiellä liikkuvien ajoneuvojen, sekä ohitettavien liikenneopasteiden kanssa. Autossa on oltava edistyneet kuljettajan tukijärjestelmät (Advanced Driver Assistance Systems, ADAS), joiden avulla se pystyy informoimaan kuljettajaa, varoittamaan ja neuvomaat tätä sekä tarvittaessa puuttumaan tilanteeseen, mikäli kuljettaja ei auton mielestä toimi vallitsevan liikennetilanteen tai olosuhteiden mukaisesti. ADAS-tukijärjestelmiin kuuluvat esimerkiksi navigointilaitteet, automaattinen pysäköinnin avustaja ja ACC (Autonomous cruise control) -järjestelmä, joka tarkkailee edessä kulkevan auton nopeuksia ja pystyy esimerkiksi tekemään äkkijarrutuksen, mikäli kuljettaja ei reagoi järjestelmän mielestä ajoissa. Elektroniikka ohjaa myös moottoria, polttoaineen syöttöä, venttiileitä, ohjaustehostinta sekä jousitusta. Tietokone pystyy tunnistamaan alkavat viat ja ilmoittaa ne suoraan huoltamoon, jolloin huoltamossa osataan varautua siihen, mitä on tarpeen tehdä ja mitä varaosia pitää löytyä. Auto voi rajoittaa myös nopeuttaan. Mikäli sallittu nopeus ylittyy voi kojelaudassa syttyä merkkivalo tai kaasupoljin voi muuttua jäykemmäksi. Auto voi saada nopeusrajoitukset tietoonsa esimerkiksi satelliittipaikannuksen avulla. (Vihma 2001; Advanced Driver Assistance Systems 18.4.2012.)

Älykäs auto voi sisältää esimerkiksi seuraavanlaista tekniikkaa: lämpökamera pimeässä ajoon, laserskannerit etäisyyden mittaukseen ja kohteiden havainnointiin, differentiaali-gps -paikannin, kiihtyvyysanturit, ajoneuvon sivustaa tarkkailevat kamerat, ajoneuvoväylä-vastaanotin, pc, datan keräyshohjelmisto sekä tallennustilaa. (Mäkinen 2008.)

Yleinen ajatus on, että tulevaisuudessa älykkäät autot ovat sähköautoja. On kuitenkin arvioitu, että sähköautojen aika koettaa vasta runsaan kymmenen vuoden päästä. Tämän hetken tavoitteita onkin, että kehitetyt ja kehitteillä olevat vähäpäästöiset autot saataisiin tähän käyttötarkoitukseen siihen asti, että sähköautojen tekniikkaa saadaan kehitettyä tarpeeksi. Perinteistä tekniikkaa sisältävät vähäpäästöiset autot ovat tällä hetkellä myös huomattavasti halvempia kuin sähköautot.

Tulevaisuudessa, sähköautojen lisääntyessä, on muutamia ongelmia joita on selvitettävä. Esimerkiksi autojen lataus on tärkeää ohjata järkevällä tavalla tai muuten ongelmaksi voivat koitua yhtäkkiset tehopiikit sekä lisätehon suuri tarve. Tavoitteena on myös, että sähköön tuotantokapasiteetti ei rajoittaisi sähköautojen käytön yleistymistä.

Sähköyhtiöitä kiinnostaa myös mahdollisuus, että sähköautojen energiavarastoja käytettäisiin hyödyksi muuhunkin kuin ajamiseen. Tätä tarkoitusta varten pitäisi luoda jonkinlainen älyverkko. Sähköauton ollessa kytkettynä tällaiseen älyverkkoon se toimisi tarvittaessa kulutuspiikkien tasaajana.

Itse sähköauton ympäristöystävällisyys riippuu siitä, miten sen käyttämä sähkö tuotetaan. Itsessään sähköautot ovat päästöttömiä, mutta tavoittaakseen täysin ympäristöystävällisen kokonaisuuden, auton lataukseen käytettävä sähköenergia on myös tuotettava päästöttömästi.

Suurin haaste nykyisten sähköautojen kehityksessä on niiden lyhyt toimintasäde. Tämän hetkisillä akuilla pystytään ajamaan vain noin 150 kilometriä, jonka jälkeen autoa on ladattava 6-8 tuntia. Auton toimintasäteeseen vaikuttaa suuresti myös ilman lämpötila. Esimerkiksi talvella auton lämmittäminen vie huomattavan osan virrasta jota tarvittaisiin auton liikkumiseen. Kesällä ilmastoinnin käyttö aiheuttaa saman ongelman. Molemmissa tapauksissa auton toimintasäde lyhenee huomattavasti. Tällä hetkellä sähköautoista olisi apua ainoastaan suurkaupunkien päästöjen vähentämiseen. (Salin 2011.)

4.6 Muut älyliikenne järjestelmät maantieliikenteessä

Suomessa entinen valtion tieliikennelaitos Destia on kehittänyt automaattisen liukkaudenestojärjestelmän (Anti-Ice System). Järjestelmä on tarkoitettu asennettavaksi hoidettavuudeltaan vaativiin kohteisiin, joissa on paljon liikennettä. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi sillat, moottoriteiden rampit, ostoskeskusten paikoitusalueet, tunnelien suut sekä lentokentät. Anti-Ice System -järjestelmä asennetaan kiinteästi haluttuun kohteeseen, joko upottamalla päällysrakenteeseen tai kiinnittämällä tierakenteisiin. Järjestelmä seuraa automaattisesti tien pinnan muutoksia ja seuranta- ja ohjausjärjestelmä aktivoi tarvittaessa suuttimet, jotka levittävät oikean määrän liukkaudentorjuntaan käytettävää liuosta oikeaan aikaan. Järjestelmän avulla liukkaudentorjunnassa saavutetaan lyhyt vasteaika, sillä se seuraa tienpinnan pienilmastoa reaaliaikaisesti. (Destia pilotoi uutta automaattista liukkaudentorjuntajärjestelmää Tammisaaressa 17.4.2012.)

4.7 EU:n tavoitteet maantieliikenteen päästöjen vähentämisessä

Euroopan unionin toimesta päästöjä pyritään vähentämään hyvin monin eri älyliikenteen keinoin. Esimerkiksi kaikista EU:n alueella myytävistä autoista on lähitulevaisuudessa löydyttävä jarruja ja moottoria ohjaavat tietokonejärjestelmät. Autojen tulee myös olla varustettu polttoainetta säästäväillä renkailla sekä rengaspainetta tarkkailevilla ohjelmilla. Pelkästään näiden muutosten on laskettu maksavan 100–300 euroa per auto, ja niiden pääasiallinen tavoite on turvallisuuden lisääminen. Tällä hetkellä hiilidioksidipäästöjen väheneminen on vain lisäbonus.

EU on esittänyt myös hankkeen autojen ohjelmistojen etäpäivityksen mahdollistamisesta. Tarkoitukseen on jo kehitetty yksi järjestelmä: DySCAS (Dynamically Self-Configuring Automotive Systems). Kyseessä oleva järjestelmä mahdollistaa auton integroitumisen muihin laitteisiin, mikä periaatteessa tarkoittaa sitä, että auton ohjelmistot voitaisiin päivittää ilman huoltamokäyntiä. Hankkeesta on jo rakennettu prototyyppi, mutta sen tuotantoon tuleminen joudutaan odottamaan vielä muutama vuosi. DySCAS-prototyyppi pystyy havaitsemaan esimerkiksi puhelimen tai GPS-laitteen ja kytkemään niiden handfree-toiminnon päälle. Prototyyppi pystyy myös päivittämään auton ohjelmistot ja siirtämään virhetilanteen sattua ohjelmia ajettavaksi toisella suorittimella. (Raninen 2009.)

EU:n hankkeisiin kuuluu myös GALILEO-satelliittinavigointi- ja paikannusjärjestelmä. Sen tehtävä on edistää erilaisten sovellusten ja palvelujen kehittämistä taloudellisen toiminnan monien osa-alueiden ja yhteiskunnan kaikkien sektoreiden hyväksi. Tämä tavoite koskee kaikkia liikennemuotoja, jotka voivat käyttää matkustajan sijaintia koskevia täsmällisiä tietoja hyväkseen. (Älykkäät liikennejärjestelmät 18.4.2012.)

EU on myös sitoutunut rajoittamaan ilmastonmuutoksen kahteen Celsius-asteeseen. Tämä tarkoittaa merkittäviä kasvihuonepäästöjen leikkauksia. Tavoitteeseen päästäkseen EU-maiden on leikattava päästöjä vuoden 1990 tasosta noin 85–90 % vuoteen 2050 mennessä. Tämä leikkaus vastaa noin 70 % vähennystä vuoden 2008 päästötasosta. Pelkästään liikenteen päästöjä on leikattava vuoden 2008 tasosta noin 20 % vuoteen 2030 mennessä.

Ongelmia EU:n alueella on alkanut aiheuttaa talouden kasvun ja liikkumistarpeiden lisääntymisen aikaansaama tieliikenneinfrastruktuurin ruuhkautuminen ja energiankulu-

tuksen kasvu, mitkä taas aiheuttavat ympäristö- ja yhteiskunnallisia ongelmia. Tämän kaltaisia haasteita ei pystytä ratkaisemaan ainoastaan tieinfrastruktuuria kasvattamalla. Ongelmien ratkaisujen avuksi EU on ottanut erilaiset innovaatiot ja älykkäät liikennejärjestelmät. Älykkään liikenteen käyttö tieliikenteessä ja muiden liikennemuotojen rajapinnassa auttaisi merkittävästi parantamaan ympäristönsuojelun tasoa, tehokkuutta, turvallisuutta ja energiatehokkuutta. (Brunila, Posti & Tapaninen 2011, 38-58.)

4.8 Päästöt

Kuljetuslogistiikassa päästöt kohdistuvat joko ilmaan, vesistöihin tai maaperään. Pakokaasupäästöjen ohella myös melulla ja värinällä on suuri vaikutus ympäristöön. Näiden lisäksi teiden ja ratojen sijoittaminen maantie- ja junaliikenteessä voivat muokata ympäristöä hyvin erilaiseksi sen alkuperäisestä muodosta. Huomioon on otettava myös se, että nykyinen infrastruktuuri on tehty kestämään nykyistä ilmastoamme. Tämä tarkoittaa sitä, että korjattaessa vanhaa ja rakennettaessa uutta, tulisi ottaa huomioon ilmaston muuttuminen. Esimerkiksi säässä esiintyy hyvin erilaisia ääri-ilmiöitä kuin vielä kymmenen vuotta sitten. (Raninen 2009.)

Maantiekuljetusten aiheuttamat vuotuiset hiilidioksidipäästöt ovat maailmanlaajuisesti noin 5 Gt, joka vastaa 12 % vuoden 2005 kaikista kasvihuonekaasuista. Kaikista maantiekuljetuksista läntisen Euroopan ja Pohjois-Amerikan päästömäärät ovat huiimat 60 %. McKinsey & Companyn (2009) tekemässä tutkimuksessa arvioidaan, että vuoteen 2030 mennessä maantiekuljetusten vuotuiset hiilidioksidipäästöt nousisivat 9,2 gigatonniin. Tämä johtuisi suurimmaksi osaksi ajoneuvojen määrän sekä liikenteen kasvusta. Vuonna 2005 maailmassa oli noin 20 miljoonaa raskasta kuorma-autoa ja niiden yhteispäästömäärä oli 1 Gt hiilidioksidia. Business as Usual (BAU) -skenaariossa, joka on perusskenaario, jossa väestönkasvu, talous, teknologia ja ihmisen käyttäytyminen oletetaan jatkuvan tulevaisuudessakin nykyisen trendin mukaisesti, arvioidaan vuonna 2030 raskaiden kuorma-autojen määräksi noin 45 miljoonaa kappaletta. Tämä aiheuttaisi 2,3 Gt vuotuiset hiilidioksidipäästöt. Huomioitavaa on kuitenkin se, että yleisesti moottoriajoneuvojen määrä Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa tulee vähenemään. Kuitenkin kehittyvissä maissa, kuten Kiinassa, raskaiden kuorma-autojen määrä koko ajoneuvomäärästä tulee kasvamaan. Arvio on, että vuonna 2030 Kiinassa olisi noin 10 miljoonaa raskasta kuorma-autoa, mikä on noin 21 % koko maailman kuorma-auto kannasta. McKinsey & Companyn (2009) tutkimuk-

sen mukaan tehokkain päästöjen vähennyskeino raskaassa kuorma-auto liikenteessä olisi nykymootoritekniikan sekä autojen rakenteellinen kehitys. Hybridi-, sähkö- ja muut tekniikat, kuten maakaasu ja biopolttoaineet, soveltuvat paremmin henkilö- kuin raskaaseen ajoneuvoliikenteeseen. (Brunila, Posti & Tapaninen 2011, 38-58.)

Edellä mainitussa tutkimuksessa arvioitiin myös, että kasvihuonekaasupäästöjä raskaassa kuorma-autoliikenteessä pystyttäisiin vähentämään seuraavanlaisilla ratkaisuilta: Pyörintävastuksen pienentämisellä saataisiin noin 3 % hyöty, aerodynaamisilla parannuksilla 1 % hyöty sekä moottorien, vaihteistojen ja teknisten osien parannuksilla jopa 7 prosentin hyöty, verrattuna myös aiemmin mainittuun BAU-skenaarioon. Muita ehdotuksia päästöjen vähentämiseksi ovat muun muassa autojen lastauskapasiteetin nostaminen nykyistä suuremmaksi. 50 % suurempi lastauskapasiteetti kuorma-autossa vähentäisi 15 % päästöjä, eli kahdella kuorma-autolla voitaisiin kuljettaa kolmen kuorma-auton kuorma. Yksinkertaisesti tämä tarkoittaisi sitä, että päästöjen vähenemä olisi karkeasti arvioituna sama kuin edellä mainituilla kuorma-autojen teknisillä kehitystoimenpiteillä saavutetut hyödyt yhteensä. Lisäksi, päästöjen määrän taloudelliseen tehokkuuteen voitaisiin vaikuttaa älykkäänliikenteen ratkaisuilla, järkevällä suunnittelulla ja ajoneuvojen säännöllisillä huolloilla. (Brunila, Posti & Tapaninen 2011, 38-58.)

5 HELPTEN OY – AUTOJEN CO₂-PÄÄSTÖT

5.1 Helpten Oy

Helpten Oy on vuonna 2007 perustettu suomalainen ajotieto-operaattori. Se kehittää, markkinoi, tuottaa ja välittää ajamiseen ja ajoneuvojen kulkuun liittyviä tietopalveluita sekä yrityksille että yksityishenkilöille.

Helptenin ajotietopalvelut on kehitetty yhteistyössä lukuisten tieliikenteen asiantuntijoiden, kuten Nokian ja Destian kanssa. Helpten myös kehittää jatkuvasti osaamistaan asiakkaiden todellisten tarpeiden mukaan. (Helpten Oy 10.5.2012.)

5.2 Ajoseurantalaite

Helpten käyttää johtavien paikanninvalmistajien laitteita ja on tiiviisti mukana uusimpien laitesukupolvien kehittämisessä. Tässä luvussa esitetyissä analyyseissä käytetyt

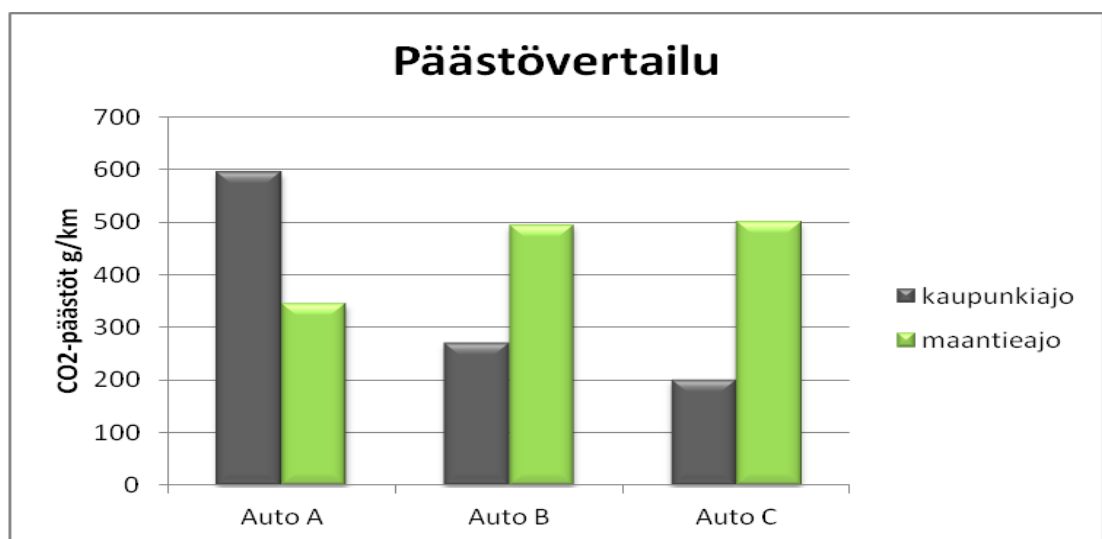
luvut on saatu autoon kiinteästi asennettavasta laitteesta, joka tarkkailee kuljettajan ajotapaa ja tallentaa ajetun matkan aikana erinäisiä tietoja. Ajoneuvolaite käynnistyy itsestään ajon alussa ja aloittaa heti gps-tietojen keräämisen. Laite lähettää auton sijaintitiedot palvelimelle keskimäärin 2 kertaa minuutissa tai useamminkin, mikäli auto tekee matkan aikana paljon käännöksiä, kiihdytyksiä tai muita vastaavia. Laitteen lähettämä sijaintitieto sisältää laitetunnisteen, aikaleiman, koordinaatit sekä laitteen trippimittarin lukeman metreinä. Lisäksi sijaintitiedon yhteydessä lähetetään informaatiota havaituista kiihdytyksistä ja jarrutuksista sekä niiden voimakkuuksista. Palvelimella sijaintitiedot tallennetaan ja niiden perusteella luodaan ajosuoritettiedot. Sijaintipisteille määritellään karttatietokantojen avulla tieluokka sekä kuntakoodi. Samaa tieluokkaan kuuluvat perättäiset sijaintitiedot muodostavat niin kutsutun ajopätkän, jolle pystytään laskemaan keskinopeus- maksiminopeus- ja CO₂-tiedot.

5.3 Ajotietojen analysointi

Seuraavissa kappaleissa on analysoitu ajoseurantalaitteen keräämää tietoa. Analyysissä ei ole huomioitu autojen kulkemaa matkaa, sillä nopeudesta ja CO₂-päästöistä on laskettu vain keskiarvot. Analyysit on tehty siis vain viitettä antaviksi.

5.3.1 Analyysi 1

Tässä kappaleessa on tarkasteltu kolmen auton kaupunki- sekä maantieajoa. Tiedot on kerätty kesäaikaan Suomessa. Kuvassa 4 on esitetty näiden kolmen auton keskimääräiset päästömäärät pylväsdiagrammina.



Kuva 4. Päästömäärien vertailu.

Lukujen perusteella, auton nopeudella on hyvin suuri vaikutus CO₂-päästöihin sekä kaupunki- että maantieajossa. Suurilla nopeuksilla ajettaessa pystytään CO₂-päästöjä pienentämään melko huomattaviakin määriä.

Auton A kaupunkiajo on melko hidasta verrattuna kahteen muuhun autoon. Tämän vuoksi A:n keskimääräiset CO₂-päästöt ovat huomattavasti suuremmat kuin voisi olettaa tehtaan ilmoittaman keskimääräispäästön perusteella. A myös kiihdyttelee paljon kaupunkiajon aikana, mikä taas johtaa helposti äkkijarrutuksiin. Tämänlainen ajotyyli kasvattaa nopeasti päästömääriä. Maantieajossa auto A on huomattavasti joustavampi kuin kaupunkiajossa. Auton A kuljettajan tulisi siis kiinnittää huomiota kaupunkiajoonsa jos hän haluaa pienentää päästömääriä tämänhetkisestä. Maantieajossa taas hieman suurempi keskinopeus luultavasti toisi hieman laskuta tämän hetken päästömääristä.

Auto B taas on hieman aggressiivisesta ajotavasta huolimatta onnistunut pääsemään melko alhaisiin päästölukemiin. Tämä todennäköisesti johtuu siitä, että B:n keskinopeus sekä kaupunki- että maantieajossa on suhteellisen suuri. Hieman tasaisemman ajotyylin avulla auto B saisi kuitenkin pienennettyä päästömääriään vielä nykyisestä. Aggressiivisen B:n ajotyylistä tekee kiihdytysten ja äkkijarrutusten määrä niin kaupunki kuin maantieajossakin. Myös ylinopeuksia on kertynyt molemmissa. B:n tulisi pyrkiä pitämään nopeutensa entisellään mutta kuitenkin onnistua välttämään kiihdytyksiä ja äkkijarrutuksia. Autolla B kiihdytykset ja äkkijarrutukset ovat vaikuttaneet huomattavasti myös maantieajonopeuteen ja näin ollen päästömäärät ovat nousseet samalle tasolle auton C kanssa, jolla kuitenkin tehtaan ilmoittama päästömäärä on huomioitavasti isompi kuin autolla B.

Näistä kolmesta vertailtavasta autosta auto C on ehdottomasti joustavin kaupunkiajaja. C:n on onnistunut pitämään kiihdytykset ja äkkijarrutukset minimissä ja näin saanut päästöt laskettua peräti tehtaan keskimääräispäästön alapuolelle. Auto C pystyisi alentamaan päästöjään kaupunkiajossa lisäämällä hieman nopeuttaan. Maantieajossa C:n tasainen ajotyyli on kuitenkin hieman kostautunut. Suhteellisen pieni maantieajonopeus sekä lähes sama määrä kiihdytyksiä ja äkkijarrutuksia kuin kaupunkiajossa ovat nostaneet päästöt korkeammiksi kuin on tarpeen.

Tässä vertailussa käytetyt luvut on esitetty taulukossa 1.

| | Auto A | | Auto B | | Auto C | |
|--|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| | kaupunki | maantie | kaupunki | maantie | kaupunki | maantie |
| keskinopeus km/h | 19,78 | 60,90 | 29,1 | 62,33 | 22,82 | 52,2 |
| kiihdytysten määrä | 15 | 1 | 15 | 13 | 5 | 3 |
| äkkijarrutusten määrä | 5 | 0 | 14 | 11 | 2 | 4 |
| ylinopeuksien määrä | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| tehtaan ilmoittama CO₂-päästö g / km | 179 | | 194 | | 246 | |
| arvioitu CO₂-päästö g / km | 595,81 | 346,46 | 271,6 | 495,56 | 201,36 | 501,29 |

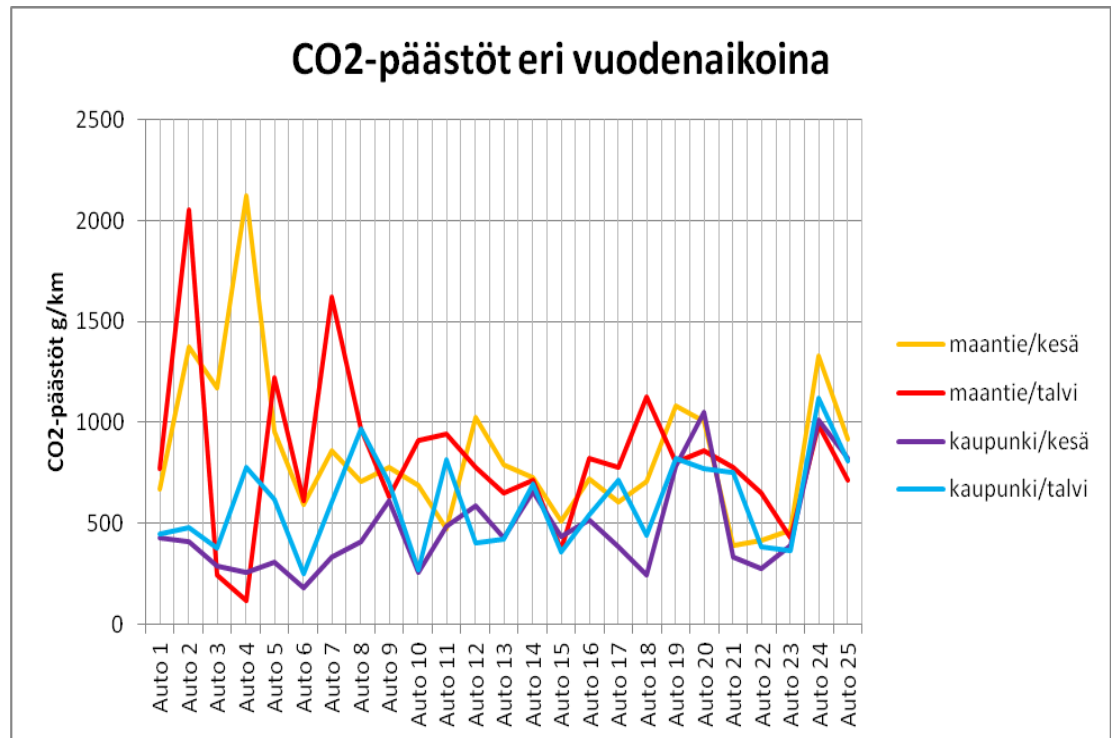
Taulukko 1.

Tämän kolmen auton vertailun perusteella voi päätellä, että auton ilmoitettu keskimääräispäästö ei vaikuta mitenkään tapaan, jolla autoa ajetaan. Eli vaikka ihmiset ostavat niin sanottuja vähäpäästöisiä autoja, he eivät kiinnitä enempää huomiota omaan ajamiseen. Pääasiallinen päästöihin vaikuttava tekijä on auton nopeus. Tämän lisäksi joustava ajotapa pienentää päästöjä jonkin verran. Kaupunki- ja maantieajolla ei näytä olevan kovin suuria eroja päästöjen osalta. Tästä voi päätellä, että suurin vaikutus päästöihin on ajotavalla. Maantieajossa päästöt ovat luonnollisesti hieman suurempia kuin kaupunkiajossa, mutta maantieajossakin päästömäärät on mahdollista pitää melko pieninä.

5.3.2 Analyysi 2

Tässä kappaleessa on tarkasteltu 25 auton ajotapaa ja päästöjä sekä kaupunki että maantieliikenteessä. Tarkastelussa olevaa aineistoa on kerätty suomessa molempina

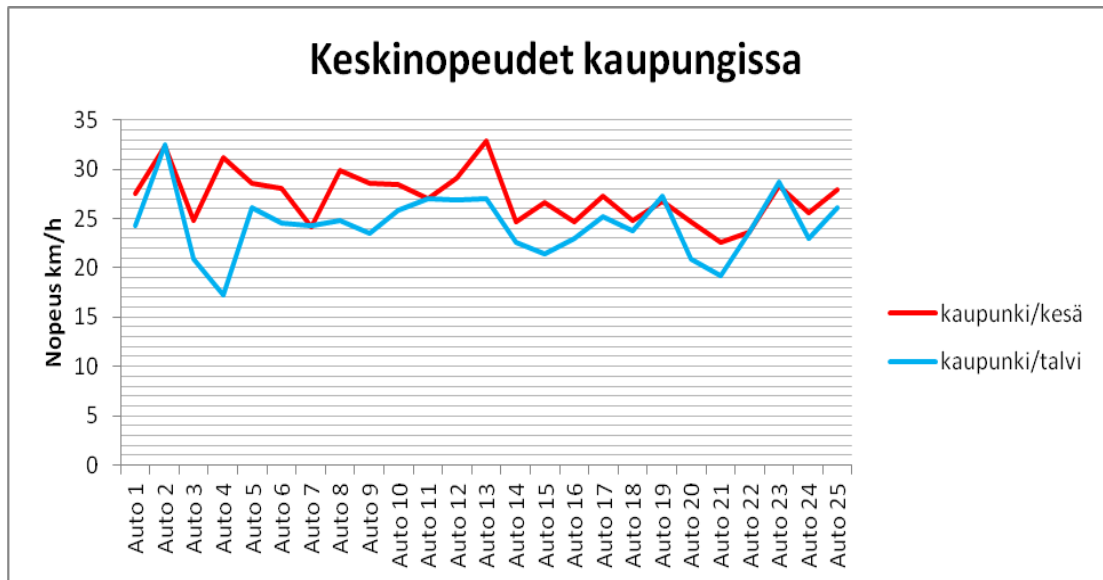
sekä kesä- että talviaikoina, joten pystytään vertailemaan myös keliolosuhteiden vaikutusta päästöihin. Kuvassa 5 on esitetty 25 auton päästömääriä eri vuodenaikoina sekä kaupunki- että maantieajossa.



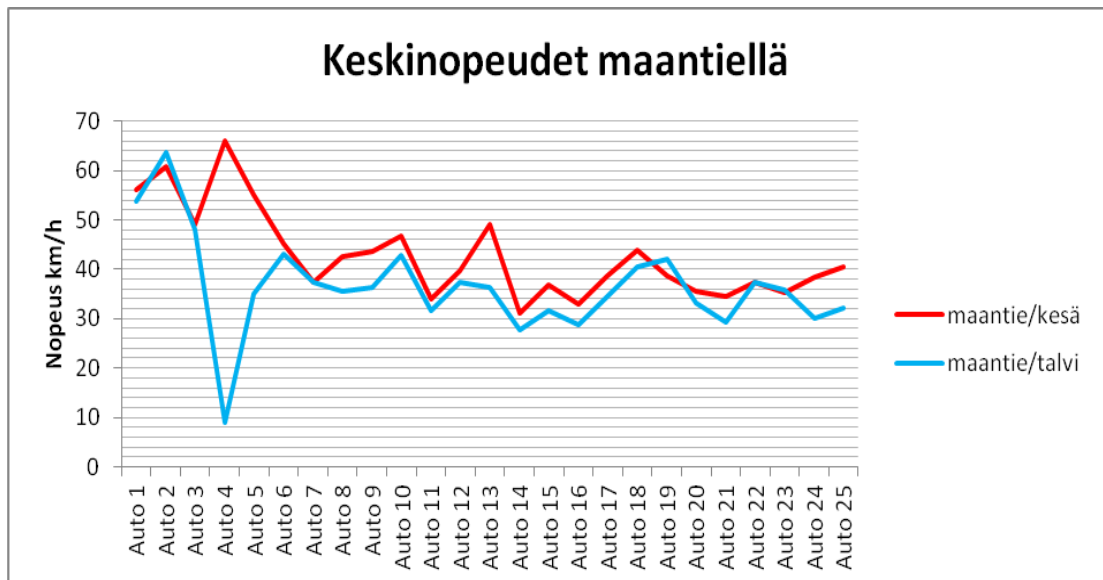
Kuva 5. 25 auton päästömäärät eri vuodenaikoina.

Kuvasta 5 pystyy selkeästi havaitsemaan eron sekä kaupunki- että maantieajon välillä. Maantieajo aiheuttaa suuremmat päästöt kuin kaupunkiajo. Kaupunkiajossa on kuitenkin melko suuret päästöt pienien nopeuksien takia. Kuvasta huomaa myös talviajon selkeän vaikutuksen päästöihin. Talvella päästömääriä nostavat lähinnä talvirenkaiden käyttö sekä nopeuksien aleneminen. Talvirenkaat aiheuttavat enemmän kitkaa auton ja tien välille, jolloin auto joutuu käyttämään enemmän polttoainetta ja näin päästöt nousevat.

Kuvissa 6 ja 7 taas on kuvattu nopeuksien muuttumista kaupunki- ja maantieliikenteessä eri vuodenaikoina.



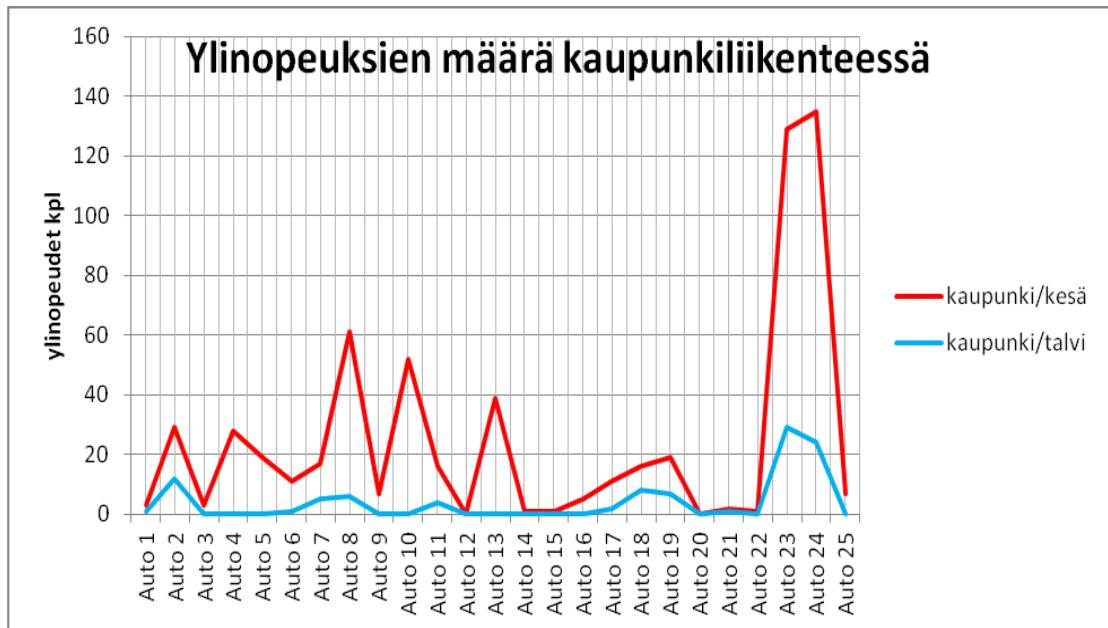
Kuva 6. Keskinopeudet kaupungissa kesällä ja talvella.



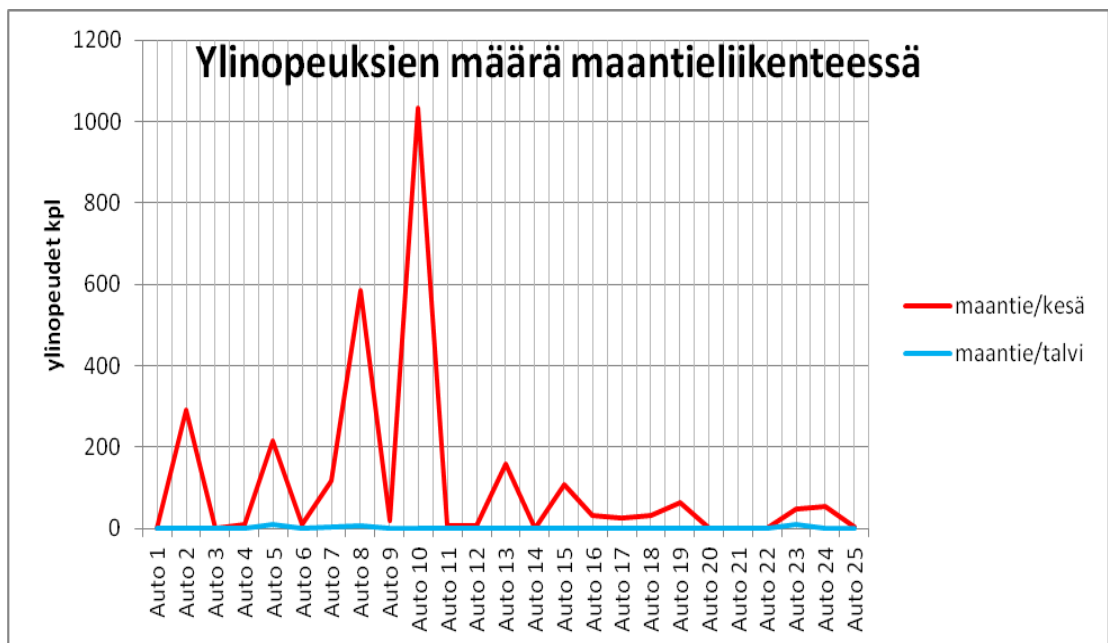
Kuva 7. Keskinopeudet maantiellä kesällä ja talvella.

Kuvien 6 ja 7 perusteella voi päätellä, että talvella nopeudet laskevat huomioitavan paljon myös kaupunkiliikenteessä, johon talvirajoitukset eivät vaikuta. Nopeuksien lasku taas vaikuttaa selkeästi CO₂-päästömääriin.

Talvi vaikuttaa myös selkeästi kiihdytysten, äkkijarrutusten ja erityisesti ylinopeuksiin määrään. Kuvassa 8 on esitetty kuinka ylinopeudet laskevat kaupunkiajossa ja kuvassa 9 sama maantieajosta.



Kuva 8. Ylinopeudet kaupunkiliikenteessä.

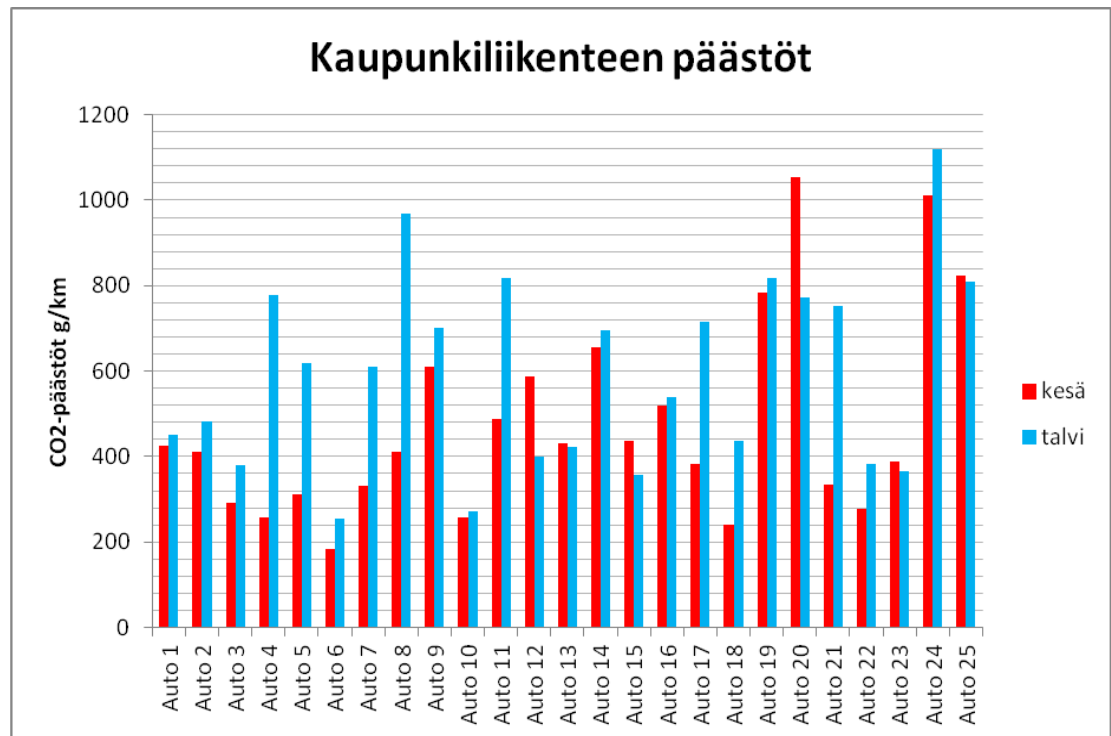


Kuva 9. Ylinopeudet maantieliikenteessä.

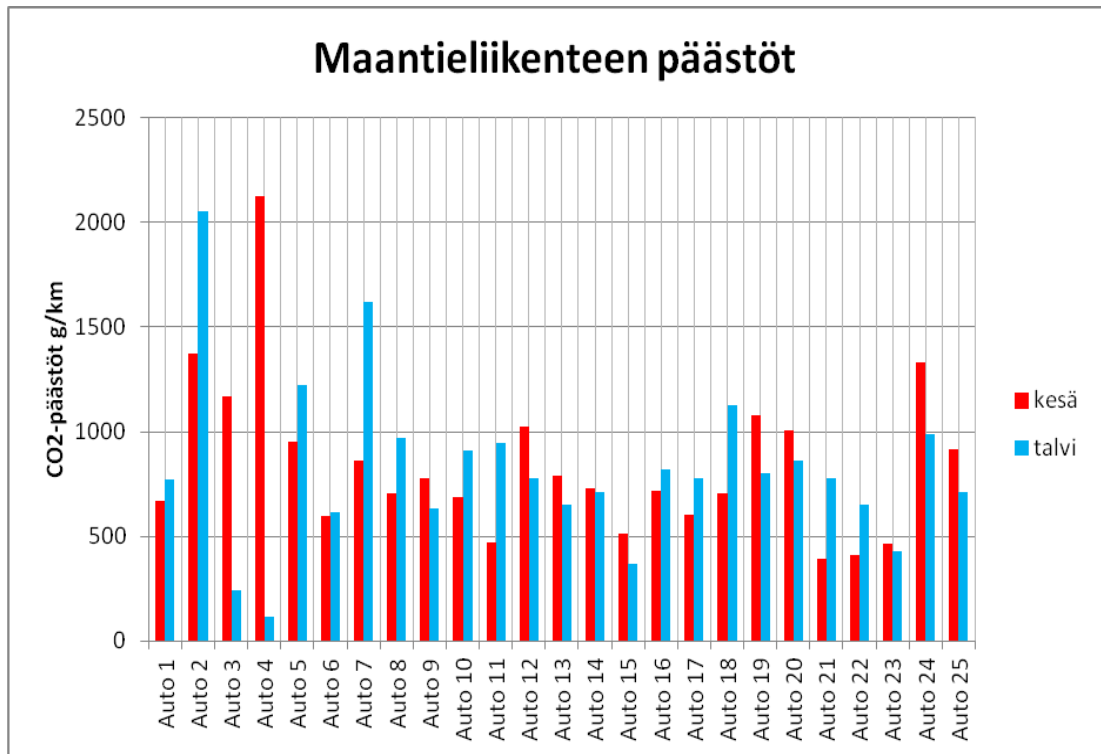
Kuvasta 9 voi huomata, että maantieajossa ylinopeuksien määrä putoaa lähes nollaan. Kaupunki ajossa uskalletaan myös talvella ajaa hieman nopeammin, mutta ylinopeuksien määrä laskee myös siellä huomattavasti.

Kaikista edellä esitetyistä kaaviokuvista voidaan päätellä, että talviaikaan autojen CO₂-päästöt nousevat juuri nopeuksien laskun vuoksi. Kuvissa 8 ja 9 esitetyistä ylinopeutta kuvaavista kaavioista voidaan myös päätellä, että kiihdytysten sekä äkkijarrutusten määrät vähenevät samalla, kun ylinopeuksien määrät vähenevät ja nopeudet

yleisesti laskevat. Kuitenkin on mainittavaa se, että talviaikana, nopeuksien pysyessä suhteellisen tasaisina ja kiihdytysten, äkkijarrutusten sekä ylinopeuksien määrien ollessa hyvin pieniä, CO₂-päästöjen määrät eivät kuitenkaan nouse huimasti. Voidaan siis päätellä, että jos kesäisin ajettaisiin yhtä tasaisesti kuin talvella, CO₂-päästöt olisivat kesäaikaan huomattavasti pienemmät kuin tällä hetkellä. Lopuksi kuvissa 10 ja 11 on esitetty kaupunkiliikenteen ja maantieliikenteen CO₂-päästövertailu pylväsdia grammiesityksenä.



Kuva 10. Kaupunkiliikenteen päästöt.



Kuva 11. Maantieliikenteen

Kuvista 10 ja 11 voi huomata, että kaupunkiliikenteessä on suurempi vaihtelu päästö- määrissä kesä- ja talviaikojen välillä. Tämä johtuu tietysti suurimmaksi osaksi kau- punkiliikenteen luonteesta, pienet nopeudet sekä paljon kiihdytyksiä ja pysähdyksiä. Mutta hyvin suuri vaikutus on myös aikaisemmin mainituilla talviajoon vaikuttavilla tekijöillä, kuten renkailla.

6 LAIVALIIKENNE

6.1 Älyliikenne merellä

Puhuttaessa älyliikenteestä merellä, tarkoitetaan tieto- ja viestintätekniikan käyttöä lii- kenteen sujuvuuden ja turvallisuuden parantamiseksi, samalla tavalla kuin maantieli- kenteessäkin. Alusliikenteen ohjauksessa käytettävä tekniikka helpottaa tilanteiden ennakkointia sekä auttaa päätösten teossa. Käytössä on esimerkiksi elektroninen navi- gointijärjestelmä (Electronic Chart Display and Information System ECDIS), jonka navigointitiedot ja automaattiset hälytys- ja varoitustoiminnot parantavat alusten tur- vallisuutta. Tällä hetkellä meriliikenteessä älyliikenteen käytön suurin haaste on rajal- linen tiedonsiirtokapasiteetti. Esimerkiksi Internetiä ei ole aina saatavilla. (Raunio 2011.)

6.2 Laivaliikenne Suomessa

Kuukausittain Suomen merialueilla liikkuu tuhansia laivoja, joilla kuljetetaan ympäristölle vaarallisia aineita. Jo laivojen lukumäärän perusteella voidaan todeta, että onnettomuusriski on erittäin suuri. Laivojen lukumäärän lisäksi on otettava huomioon myös laivojen kunto, miehistön pätevyys sekä laivojen tekniikan ajantasaisuus.

Automatic Identification System, AIS, joka otettiin Suomenlahdella käyttöön jo vuonna 2004, on helpottanut laivojen tarkkailua ja onnettomuuksien ehkäisemistä. Laivan saapuessa Suomenlahdelle sen miehistö ottaa yhteyttä Vessel Traffic Service keskuksen (lyhyemmin tunnettu VTS-keskuksena), joko Tallinnaan, Pietariin tai Helsinkiin, ja ilmoittautuu kuten lennonjohtoon. Ilmoittautumisen jälkeen laiva siirtyy keskuksen seurantaan ja se lähettää omaa paikkatietoaan muutamien kymmenien sekuntien välein. (Koivula 2009, 33–35.)

6.3 Laivaliikenteen päästölaskentajärjestelmä

Ilmatieteen laitos on kehittänyt laivaliikenteen päästölaskentajärjestelmän yhteistyössä Åbo Akademin ja VTT:n kanssa. Päästölaskentajärjestelmän perustana on Suomenlahdellakin käytössä oleva automaattinen tunnistusjärjestelmä AIS. Tätä laivojen automaattista tunnistusjärjestelmää (Automatic Identification System, AIS) käytetään normaalisti liikenteenohjauksessa antamaan kokonaiskuvaa laivaliikenteestä. Tietyn kokoluokan ylittävillä laivoilla AIS-järjestelmän käyttö on pakollista. AIS:n avulla on mahdollista saada tietoa aluksen liikkeistä ja sen hetkellisestä nopeudesta, sillä laivojen paikkatiedot päivittyvät järjestelmään muutaman sekunnin väliajoin. AIS:n lähettämiin viesteihin sisältyy myös aluksen rekisterinumero sekä radiotunnuskoodi, joiden perusteella laivat voidaan helposti tunnistaa. Kun paikka- ja nopeustieto yhdistetään informaatioon siitä, minkälaiset pää- ja apumoottorit laivoihin on asennettu, voidaan ennustaa jokaisen laivan käyttämä hetkellinen konetehto ja siihen perustuen alusten polttoainekulutus ja pakokaasupäästöjen määrä. AIS:n käyttämä laivatieto sisältää muun muassa tiedon pää- ja apukoneiden lukumäärästä, kierrosnopeuksista, tehosta, päästövähennysjärjestelmistä sekä kunkin konetyypin ja -mallin ominaiskulutuksesta. Mikäli alukselle on suoritettu päästömittauksia ja varustamo on asiasta tiedottanut, myös kyseiset mittaustulokset huomioidaan laskennassa. Järjestelmä voi ottaa huomioon myös aallokon vaikutuksen laivan kulkuun. Automatic Identification Systemsiin perustuvan päästölaskentaohjelman avulla on mahdollista saada varsin yksityiskohtai-

nen käsitys siitä, minkä tyyppiset alukset tuottavat suhteessa suurimmat päästöt, kuinka päästöt jakautuvat maantieteellisesti ja kuinka paljon kunkin valtion lipun alla tuotetaan pakokaasupäästöjä.

Tätä päästölaskentaohjelmistoa voidaan soveltaa myös moniin muihin tarkoituksiin. Voidaan esimerkiksi tutkia, minkälaisia vaikutuksia laivaliikenteellä on suojelualueisiin tai tuottaa liikennetilastotietoa merenkulku- ja ympäristöviranomaisten käyttöön. Päästölaskentaohjelmisto on rakennettu siten, että sitä voidaan soveltaa mille tahansa merialueelle, edellyttäen että laivojen AIS-paikkatietoa on kyseiseltä alueesta saatavissa. (Jalkanen 2009, 10–15.)

6.4 Laivaliikenteen päästöt

Vuodesta 1990, vuoteen 2008, laivaliikenteen hiilidioksidipäästöt ovat kasvaneet peräti kolmanneksen. Hallitusten välinen ilmastopaneeli IPCC on ennustanut päästöjen kasvavan vuoden 2008 1,1 miljardista tonnista 1,5 miljardiin tonniin vuoteen 2020 mennessä. Suurimpia ongelmia laivaliikenteen päästöjen seurannassa on puutteellinen tietopohja. Erityisesti kehitysmaista on hyvin vaikea saada luotettavaa tilastotietoa. (Launonen, 2008) Globaalisti on arvioitu, että laivojen typpioksidipäästöt muodostavat noin 14 % kaikista fossiilisten polttoaineiden käytöstä johtuvista NO_x -päästöistä, kun rikin osalta vastaava osuus on noin 9 %. Arvioitaessa laivapäästöjen vaikutuksia on otettava huomioon, että ne tapahtuvat usein alueilla, joissa muiden päästöjen vaikutus on pieni. Erityisesti eteläisen pallon puoliskon merialueilla ilmansaasteilla saattaa olla merkittäviä alueellisia ja paikallisia vaikutuksia. Lisäksi rannikolla sijaitsevien asutuskeskusten rikki-, typpi- ja hiukkaskuorma saattavat nousta vilkkaan laivaliikenteen vuoksi merkittäväksi tekijäksi ilmanlaatua ja terveysvaikutuksia arvioitaessa.

Laivojen seurannassa on kuitenkin viime vuosina tapahtunut merkittäviä parannuksia. Liikenneohjauksen tietojärjestelmien kehitys on mahdollistanut sen, että nykyään saadaan hyvin yksityiskohtaista tietoa alusten liikkeistä. Tämä helpottaa huomattavasti laivaliikenteen ja sen ympäristövaikutusten seurantaa. (Jalkanen 2009, 10–15.)

6.5 Älykkäiden tietoteknisten ratkaisujen merkitys ympäristöhaittojen vähentämisessä

Satamayhteisöjen informaatiokeskuksilla, eli Port Community System (PSC) -järjestelmillä, on saavutettavissa erilaisia ympäristöhyötyjä. Järjestelmän hyödyt ovat

lähinnä tavoitteellisia riippumatta siitä, missä maassa se on käytössä. Todellisia ja konkreettisia hyötyjä mittaavia tutkimuksia on julkaistu hyvin vähän. Kuitenkin muutamien PSC-järjestelmien osalta on saatavissa tietoa järjestelmällä saavutetuista laskennallisista hyödyistä. Hyvänä esimerkkinä on Koreassa kansallisessa käytössä oleva PORT-MIS -järjestelmä. Sillä on saavutettu vuonna 2003 hurjat 100 miljoonan Yhdysvaltain dollarin kustannussäästöt. Näistä säästöistä merkittävin, ympäristöön vaikuttava säästö on ollut paperimäärän huomattava väheneminen siirryttäessä sähköisiin dokumentteihin. Toinen esimerkki on Singaporessa käytössä oleva TradeNet-niminen PCS -järjestelmä. Tämän järjestelmän hyödyt ovat olleet vastaavanlaiset kuin PORT-MIS -järjestelmän. Singaporessa asiakirjojen ja dokumenttien määrä sekä käsittelyaika ovat vähentyneet 20–30 %.

Yhdysvalloissa useissa satamissa on käytössä eModal-niminen järjestelmä, jolla on mitattu olevan selviä ympäristöhyötyjä. Järjestelmän avulla esimerkiksi tyhjien konttien käyttöastetta parantamalla on pystytty säästämään 10 kilometrin ajomatka yhteen satamassa käyntiin liittyen. Typenoksideina mitattuna säästön suuruus on 300 g / ajokerta. Tämän lisäksi eModal-järjestelmällä on saavutettu 200 tonnin vuotuiset hiilidioksidipäästöjen alenemat, kun jonotusaikoja terminaalien porteilla on pystytty alentamaan 15–60 minuuttiin. New Yorkin ja New Jerseyyn satamissa käytettävän FIRST -järjestelmän tiimoilta taas on mallinnettu ympäristö- ja terveystutkimuksia. Näissä mallinnuksissa on saatu selville, että rekka-autojen jonotusaikoja lyhentämällä voidaan vähentää merkittävästi ympäristöpäästöjä. Pelkällä ympäristöpäästöjen vähentämisellä terminaalialueilla voitaisiin säästää vuosittain yli 100 000 US dollaria terveysmenoista yhtä terminaalialue kohden. (Brunila, Posti & Tapaninen 2011, 38-58.)

7 RAIDELIIKENNE

7.1 Älyliikenne raiteilla

Tällä hetkellä suurin osa kaikista kuljetuksista hoidetaan maanteitä pitkin vaikka junien on jo aikaa sitten osoitettu olevan ympäristöystävällisempi vaihtoehto maantielikenteelle. Huomattava päästöjen vähennys saataisiin helposti aikaiseksi siirtämällä ainakin osa kuljetuksista maanteiltä kiskoille.

Junien ympäristöystävällisyys johtuu niiden energiatehokkuudesta sekä pienistä hiilidioksidipäästöistä. Nämä taas johtuvat suureksi osaksi junien käyttämästä polttoai-

neesta, sähköstä. Sähköjunien energiankulutus ja CO₂-päästöt ovat noin viisi kertaa pienemmät kuin henkilöautoliikenteen. Tämän lisäksi Suomessa VR on vuoden 2009 alusta siirtynyt käyttämään vesivoimalla tuotettua sähköä, joka tekee junaliikenteestä entistä ympäristöystävällisempää.

Isot tekniset vaikeudet ovat kuitenkin tällä hetkellä suuri ongelma mietittäessä kuljetusten siirtoa maanteiltä raiteille. Suomessa näistä vaikeuksista osan aiheuttaa pakkanen, mutta myös ratojen turvalaitteet sekä liikenteenohjaukseen käytettävien järjestelmien viat aiheuttavat reilun kolmanneksen lähijunien myöhästymisistä. Näistä myöhästymisistä voidaan suureksi osaksi syyttää turvalaitteiden ja liikenteenohjauksen ikää. Suuren osan Suomen junaliikenteen ongelmista ratkaisisi laitteiston saaminen ajan tasalle. (Raninen 2009.)

8 LENTOLIIKENNE

8.1 Älyliikenteen käyttö lentoliikenteessä

Viime vuosikymmeninä lentoyhtiöt ovat alkaneet havaita tarpeen taloudellisempiin lentokoneisiin. Niin moottoreiden teknologiaan, kuin muihinkin edistysaskeleisiin, on investoitu rahaa miljardeja. Näillä rahoilla on saatu aikaiseksi muun muassa tehokkaampia reittisuunnitteluohjelmistoja sekä tehty muutoksia esimerkiksi matkustajakoneisiin. Hyvä esimerkki matkustajakoneisiin tehdyistä muutoksista ovat siipien päihin asennetut *wingletit*. *Winglet* on siiven päähän asennettu uloke, joka oikean muotoilun ansiosta vähentää ilmapyörteiden keskittymistä ja näin ilmanvastus on huomattavasti pienempi kuin perinteisessä, suorassa siivessä. Kuvassa 12 on *winglet*.



Kuva 12. Winglet (Demerjian, 2009)

Lähi tulevaisuudessa lentoliikenteen päästöjen vähentäminen vaatii kuitenkin maiden sisäisten sekä kansainvälisten lennonjohtomenetelmien kehittymistä. Mahdollisia kehityskohteita ovat esimerkiksi reittien nopeuden ja korkeuden optimointi sekä porteilla ja rullausteilla odottelun aiheuttamien ylimääräisten polttoainekustannusten ja -päästöjen vähentäminen tarkemman suunnittelun avulla. Niin sanottu Automatic Dependent Surveillance Broadcast –satellittijärjestelmä, lyhyemmin ADS-B, tulisi ottaa käyttöön maailmanlaajuisesti. ADS-B:n avulla lentoreittien ei tarvitsisi kiertää ympyrää muistuttavasti kuten nykyisessä tutkaan perustuvassa järjestelmässä. Porteilla ja rullausteilla odottelusta johtuvia päästöjä voitaisiin vähentää esimerkiksi kaikille terminaalien lähtöporteille asennetuilla sähköjärjestelmillä, joihin kone voitaisiin kytkeä siten, ettei sen tarvitse käyttää moottoreitaan tuottaakseen tarvitsemaansa sähköä. (Raninen 2009.)

8.2 Lentoliikenteen päästöt

Lentoliikenteen päästöt sisältävät pitkälti samoja aineita kuin muunkin liikenteen päästöt. Esimerkiksi suihku- ja potkuriturbiineiden pakokaasut sisältävät hiilidioksidia (CO_2), typen oksideja (NO_x), palamattomia hiilivetyjä (HC), hiilimonoksidia eli häkää (CO), vesihöyryä (H_2O), rikin oksideja (SO_x) sekä hiukkasia (PM).

Polttoaineena turbiinimoottoreissa käytetään lentopetrolia eli kerosiinia. Yhdestä kilosta kerosiinia syntyy palamisprosessissa 3,2 kg hiilidioksidia ja 1,3 kg vesihöyryä. Muiden päästöjen määrät vaihtelevat lennon eri vaiheissa. Niihin vaikuttavat myös lentokoneen ja moottorin tyyppi sekä koneen lentoonlätöpaino. (Mitä lentokoneiden päästöt ovat? 17.4.2012.)

Valtaosa lentoliikenteen päästöistä tapahtuu matkalentokorkeudessa (10–12 km). Päästöistä hiilidioksidilla on sama ilmakehää lämmittävä vaikutus päästökorkeudesta riippumatta mutta moottoreiden muut päästökaasut ja -hiukkaset reagoivat ilmakehässä monimutkaisella tavalla, osin lisäten ja osin vähentäen lämmittävää vaikutusta. Kaikkia päästöjen reaktio- ja vaikutustapoja ei tiedetä tarkasti. Ihmisen kaikesta toiminnasta lentoliikenteen polttoaineenkulutuksen ja päästöjen osuus ilmakehän lämmittämisestä on arvioiden mukaan noin 3,5–4 prosenttia. Tämä vaikutus on noin kaksinkertainen lentoliikenteen hiilidioksidipäästöosuuteen nähden.

Siviililentoliikenne ei kuitenkaan vähennä yläilmakehän, eli stratosfäärin, maapalloa ultraviolettisäteilyltä (UV) suojaavaa otsonikerrosta. Lentoliikenteen typenoksidien päästöt vapautuvat troposfääriin ja stratosfäärin alempiin kerroksiin, missä ne reagoivat hapen kanssa ja tuottavat otsonia. Siviililentokoneista vain ylääänikone Concorde lensi aikoinaan stratosfäärissä, jossa päästöt saattoivat vähentää suojaavan otsonin määrää.

Lentoliikenteen päästöjen määrää on kuitenkin vähäinen verrattaessa muihin liikennemuotoihin. Esimerkiksi Suomen lentoliikenteen CO₂-päästöt ovat vuosittain noin 0,3 miljoonaa tonnia, ja kaikkien Suomesta lähtevien ja saapuvien lentojen päästöt (ilman ylilentoja) ovat noin 2 miljoonaa tonnia eli kaiken kaikkiaan noin yksi prosentti EU – maiden lentojen päästöistä. (Miten lentokoneiden päästöt vaikuttavat? 17.4.2012.)

8.3 Päästöjen vähentäminen lentoliikenteessä

Lentoliikenteen käyttämälle polttoaineelle ei lähitulevaisuudessa ole näkyvissä vaihtoehtoa, mutta energiatehokkuutta voidaan lisätä lentokonetekniikkaa ja ilmatilan käyttöä kehittämällä. Päästöjen kehittymistä voidaan ohjata myös taloudellisin keinoin, kuten erilaisten verojen ja maksujen avulla. Esimerkiksi kansainvälinen siviililmailujärjestö ICAO on määrittänyt raja-arvot lentokoneiden päästöille. Tämä yhdes-

sä kohoavien polttoainekustannusten kanssa ohjaa lentokoneteollisuutta rakentamaan energiatehokkaampia ja vähäpäästöisempiä lentokoneita.

Kehittämällä lennonjohtomenetelmiä ja lentoreittejä voidaan myös vähentää lentoliikenteen energiankulutusta ja päästöjä. Ilmatilan ja kenttäalueen tehokas käyttö vähentää turhia rullauksia, odotuksia ja moottoreiden tyhjäkäyntiä sekä lento- että maaliikenteessä. Ilmatilan käyttöä tehostamalla on mahdollista vähentää päästöjä muutamia prosentteja. (Miten lentokoneiden päästöt vaikuttavat? 17.4.2012.)

9 MUU YMPÄRISTÖHYÖTY

9.1 Älyliikenteen käyttö muissa yhteyksissä

Monilla eri sektoreilla on alettu kiinnittämään huomiota yhä enemmän ympäristöasioihin. Viime vuosien saatossa tietotekniikasta on tullut yhä tärkeämpi työkalu ja apu yritettäessä tehostaa vihreiden arvojen saavuttamista. Ahola et al (2010) raportissa on tehty suunnitelma siitä, miten tieto- ja viestintäteknologian avulla saavutettaisiin eri tavoitteita ympäristön kestävässä kehityksestä. Tämän tutkimuksen tarkoitus on ollut luoda keinoja, joiden avulla ihmiset pystyvät omilla toimillaan sekä teknologiaa käyttämällä vähentämään ympäristön kuormitusta. Raportissa esitetyt suunnitelmat on jaettu kolmeen eri teemaan. Ensimmäinen teema on kansalaisten vaikuttaminen. Sillä tarkoitetaan sitä, että ICT-ratkaisuja käyttämällä saadaan lisättyä tietoisuutta ihmisten aiheuttamasta ympäristön kuormituksesta ja pystytään ohjaamaan ihmisten käyttäytymistä ympäristöystävällisempään suuntaan. Toisena teemana ovat laajentuneet luonnonvarat. Tämän teeman tarkoitus on vähentää ICT-pohjaisten ratkaisujen avulla uusiutumattomien raaka-aineiden käyttöä. Kolmannen teeman tavoite on vähentää ympäristöön kohdistuvaa kuormitusta eri järjestelmien monipuolisella optimoinnilla. Raportissa nostettiin esiin neljä tärkeintä ja potentiaalisinta ICT-ratkaisujen avulla toteutettavaa tutkimuskohdetta. Kohteita ovat ympäristöystävällinen kestävä kulutus, älykkäät energiaratkaisut ja rakennukset, tehostettu elinkaari tuotantomenetelmissä sekä optimoidut ja joustavat tietoliikenne- ja energiaverkot.

Uusien ICT-ratkaisujen tulee olla ympäristöystävällisessä kestävässä kulutuksessa ihmisten jokapäiväisen toiminnan apuna. Tiedon ja tietokantojen standardointia pidetään tässä ratkaisevana tekijänä, jolla varmistetaan ympäristöasioiden raportoinnin ja tiedonvaihdon luotettavuus eri sidosryhmien välillä. Tällä hetkellä suurimpina puutteina

nähdään hallitusten toimet ja rajoitukset, jotka rajoittavat ICT-teknologian käyttöä ympäristöystävällisen toiminnan parantamiseksi. (Brunila, Posti & Tapaninen 2011, 38-58.)

9.2 Älyrakennukset

Älyrakennus ideaa voidaan tällä hetkellä parhaiten hyödyntää erilaisten varastojen ja tuotantolaitosten suunnittelussa. Puhuttaessa älykkäistä rakennuksista ja älykkäistä energiaverkoista tarkoitetaan ratkaisuja, joiden avulla pystytään seuraamaan ja mitaamaan energiankulutusta tietoteknisin keinoin. Älykkäiden verkkojen ja rakennusten avulla voidaan luoda uusia liiketoimintamalleja sekä tarjota uudenlaisia digitaalisia palveluita. Pitkän aikavälin tavoite on luoda älykkäiden rakennusten välille älykkäitä tietoverkkoja. Näiden tietoverkkojen tarkoitus on antaa rakennusten käyttäjille väli-töntä palautetta energiankulutuksesta, turvallisuushista sekä muista tarpeellisista asioista. Tavoitteena on myös siirtyä uusiutuviin paikallisiin energianlähteisiin. Tällä hetkellä visioiden toteutuksen tiellä on monia käytännön haasteita, kuten älykkäiden energiamittareiden, verkkojen ja rakennusten optimointi ja mallintaminen. Näiden lisäksi järjestelmät vaativat tietyn standardin, jotta niistä saataisiin yhtenevä ja toimiva järjestelmä. (Brunila, Posti & Tapaninen 2011, 38-58.)

9.3 Älyverkot

Tietoliikennetarkaisuuilla pyritään tuomaan älyä kaikenlaisiin verkkoihin kuten kuljetus, viestintä, energia, toimitusketju- sekä vesiverkkoihin. Älyn avulla pystytään optimoimaan ja mukauttamaan edellä mainittujen verkkojen rakennetta, energiankulutusta ja suoritustehoa. Älyliikenteen tarjoama ajantasainen tieto antaa käyttäjille enemmän mahdollisuuksia tehdä ennusteita ja suunnitella toimintaa entistä tarkemmin. Osana optimoituja ja mukautettuja verkkoja ovat älykkäät tieliikenneverkot. Älykkäiden liikenneverkkojen suuri tarve ja niiden tarjoamat edut ovat VTT:n raportin mukaan kiistattomia. Yksi teknologian tarjoamia keskeisiä toimintoja on etätyön mahdollisuus. Tämän mahdollisuuden tarjoamat edut ovat merkittäviä, sillä ne vähentävät huomattavasti henkilöliikenteen tarvetta ja näin erilaiset ympäristövaikutukset, erityisesti päästöt, vähenevät. (Brunila, Posti & Tapaninen 2011, 38-58.)

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin lähinnä jo julkaistuun materiaaliin. Materiaalia kerättiin hyvin laajalta alalta, minkä vuoksi työssä ei ole kovin yksityiskohtaista tarkastelua mistään käsitelystä aihealueesta. Koska työn alkuperäinen tavoite oli tarkastella älyliikenteen vaikutuksia ympäristöön hyvin laajasti, on tässä onnistuttu kohtalaisen hyvin. Juuri laaja näkökulma on aiheuttanut kuitenkin sen, että hyvin paljon aiheeseen liittyvää tietoa on jouduttu jättämään työn ulkopuolelle.

10.1 Älyliikenteen vaikutus ympäristöön tällä hetkellä

Tällä hetkellä älyliikenteen vaikutus ympäristöön on vielä vähäistä. Älykkään liikenteen kehitys on vielä hyvin alkuvaiheessa, minkä vuoksi suurin osa innovaatioista ei vielä ole edes kokeiluasteella. Koko ajan kuitenkin pyritään lisäämään älyliikenteen käyttöä sekä liikenteessä valtion taholta että erilaisissa toiminnoissa yritysten taholta.

Niitä älykkään liikenteen ratkaisuja, joita on käytetty jo pitkän aikaa, on pyritty koko ajan kehittämään. Esimerkiksi liikennevalojen toimintaa on kehitetty siten, että välttyttäisiin autojen turhalta seisomiselta risteyksissä sekä yleiseltä teiden ruuhkautumiselta. Suuri osa älyliikenteen kehityksestä vielä kuitenkin painottuu joko toiminnan tehostamiseen tai turvallisuuden parantamiseen. Siihen, minkälaisia vaikutuksia älykkäällä liikenteellä on ympäristöön, ei vielä kiinnitetä kovinkaan paljon huomiota. Suurin osa tämän hetken älykkään liikenteen ympäristövaikutuksista on muun kehittämisen sivutuotetta.

Älykkään liikenteen ratkaisuja ympäristön hyväksi käyttävät lähinnä suurimmat kuljetusyritykset, kuten DHL, Schenker ja kotimainen Itella. Nämä yritykset pyrkivät parantamaan kestäväää kehitystä, jotta ympäristö pystyttäisiin säilyttämään ennallaan ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen olisi entistä helpompaa. Näitä tavoitteita pyritään toteuttamaan heti, kun tarvittavaa teknologiaa löytyy, ja nämä yritykset ovat myös ottaneet asiakseen kehittää uutta älyteknologiaa. Tulevaisuudessa isoilla kuljetusyrityksillä on hyvin iso rooli älyliikenteen kehittämisessä sekä pyrkimyksissä vähentää ympäristön saastumista ja muita ympäristövaikutuksia älyliikenteen avulla.

Koska tällä hetkellä suurin vaikuttaja pyrkimyksissä kehittää älyliikennettä ei ole ympäristönsuojelu, voi todeta, että älyliikenne saattaa tässä kehitysvaiheessa jopa kuor-

mittaa ympäristöä sen suojelemisen sijaan. Tämä johtuu suurimmaksi osaksi siitä, että erilaisten innovaatioiden kehittäminen vaatii aina veronsa.

10.2 Älykkään liikenteen tavoitteet ympäristön suojelussa

Tulevaisuuden tavoitteena on vähentää liikenteen aiheuttamia ympäristöhaittoja kehittämällä älyliikennettä. Vaikka ympäristöhaittoja pyritään vähentämään muuallakin kuin liikenteessä, ovat eri liikennemuodot tällä hetkellä suurin ympäristöhaittojen aiheuttaja. Isoimmat kehityskohteet löytyvät maantieliikenteestä, sillä kaikista kuljetusmuodoista se aiheuttaa suurimmat ympäristöhaitat. Näihin tavoitteisiin kuuluvat lähinnä autojen moottoreiden ja tekniikan kehittäminen, jotta hiilidioksidi- sekä muita päästöjä saataisiin vähennettyä tehokkaasti. Myös kuljetusreittien optimointi ja kuljetuskapasiteetin lisääminen ovat tärkeässä asemassa pyrittäessä vähentämään päästöjä. Henkilöliikenteen puolelle pyritään kannustamaan ihmisiä julkisen liikenteen käytössä tehostamalla julkisen liikenteen toimintaa sekä pyrkimällä pyöräily ja jalankulku mahdollisuuksien parantamiseen.

Laivaliikenteessä sekä lentoliikenteessä pyritään älykkään liikenteen avulla, maantieliikenteen tapaan, parempaan reittisuunnitteluun sekä polttoaineen käytön vähentämiseen. Sekä laiva- että lentoliikenteessä suurin ongelma on, että ainoa energialähde ovat fossiiliset polttoaineet. Vaikka useilla tahoilla pyritäänkin kehittämään vaihtoehtoisia energianlähteitä, on hyvin epätodennäköistä, että koko kuljetusalan kattavaa vaihtoehtoa löydetään kovinkaan nopeasti. Tällä välin tavoitteina ovat siis erinäiset kehityskohteet, joiden avulla pyritään vähentämään ympäristön kuormittumista.

Tässä työssä junaliikenteen osuus jäi hyvin lyhyeksi johtuen lähinnä siitä, että jo nyt junaliikenteessä on onnistuttu pienentämään ympäristövaikutuksia paremmin kuin muissa liikennemuodoissa. Junaliikenne on tällä hetkellä vähäpäästöisin kuljetusmuoto mantereella. Tavoitteena junaliikenteessä on etsiä vaihtoehtoisia tapoja tuottaa sähköä. Myös junaliikenteen ohjausta pyritään tehostamaan älykkään liikenteen keinoin.

10.3 Älyliikenteen vaikutus ympäristöön tulevaisuudessa

Vaikka on spekuloitu, että älyliikenteellä saattaa olla negatiivisia vaikutuksia ympäristön hyvinvointiin, ainakin sen kehityksen aikana, on todennäköisempää, että älykäs

liikenne vähentää tulevaisuudessa erilaisten päästöjen määrää sekä muita ympäristöhaittoja.

Älyliikenteen kehitys voi aiheuttaa hetkellisesti suurempaa kuormitusta ympäristölle, mutta tämä tuskin aiheuttaa isoja ongelmia varsinkaan, kun otetaan huomioon globaalin kehityksen vaikutukset. Tulevaisuudessa älyliikenteen kehittäminen tulee olemaan yksi parhaista vaihtoehtoista ympäristön hyvinvoinnin edistämiseksi.

10.4 Yhteenveto

Ei ole mahdollista sanoa vaikuttaako älyliikenne nyt ympäristöön negatiivisesti vai positiivisesti, sillä tällä hetkellä älyliikenteen kehittämisessä keskitytään lähinnä turvallisuuden sekä liikenteen sujuvuuden parantamiseen. On todennäköistä, että älyliikenteen vaikutukset ympäristöön ovat tulevaisuudessa ainakin hetken aikaa negatiivisia ennen kuin älykkään liikenteen kehitys etenee tarpeeksi pitkälle ja ympäristöasiat otetaan paremmin huomioon kehityshankkeissa.

Kaikilla kuljetusaloilla on kuitenkin pyrkimys vähentää kustannuksia, mikä automaattisesti johtaa esimerkiksi polttoainekulujen pienenemiseen ja näin taas päästöjen vähenemiseen. Myös luvun viisi analyysit ovat hyvä esimerkki siitä, kuinka älyliikenteen avulla pystytään vähentämään henkilöliikenteen aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä. Näiden pienien kehityssaskelten avulla on päästy jo lähemmäs ympäristön hyvinvoinnin edistämistä ja tulevaisuudessa niillä tulee olemaan suuri merkitys, kun tutkitaan älykkään liikenteen ympäristövaikutuksia.

On kuitenkin mainittava, että älykkään liikenteen kehitys on alkanut vasta tarpeesta pienentää kustannuksia sekä helpottaa ihmisten elämää. Mikäli ympäristöasioita olisi mietitty jo aikaisemmin, meillä luultavasti olisi tällä hetkellä jo käytössä älyliikenteen laitteita ja sovelluksia, joita nyt ollaan vasta kehittämässä.

LÄHTEET

Advanced Driver Assistance Systems. Saatavissa:

http://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_driver_assistance_systems [viitattu 18.4.2012]

Analysis and optimization of carbon emissions. Saatavissa:

http://www.dbschenker.com/site/logistics/dbschenker/com/en/environmental/solutions/eco_optimizer.html [viitattu 24.4.2012]

Brunila, Olli-Pekka., Posti, Antti. & Tapaninen, Ulla. 2011. Sataman informaatiokeskuksen mahdollisuudet ympäristövaikutusten vähentämisessä. Turun yliopiston merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen julkaisuja, s.38-58.

Carbon footprint. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_footprint [viitattu 23.4.2012]

Climate Protection Projects. Saatavissa: [http://www.dhl.com/en/responsibility/environment/green_solutions_for_our_customers/climate_p](http://www.dhl.com/en/responsibility/environment/green_solutions_for_our_customers/climate_protection_projects.html)

[rotection_projects.html](http://www.dhl.com/en/responsibility/environment/green_solutions_for_our_customers/climate_protection_projects.html) [viitattu 23.4.2012]

CO2-reduction measures for every mode of transport. Saatavissa:

http://www.dbschenker.com/site/logistics/dbschenker/com/en/environmental/solutions/eco_solutions.html [viitattu 24.4.2012]

Demerjian, Dave 2009. Morphing wing tips will cut drag and save fuel. Saatavissa:

<http://www.wired.com/autopia/2009/02/new-wing-tips-w/> [viitattu 30.4.2012]

Destia pilotoi uutta automaattista liukkaudentorjuntajärjestelmää Tammisaassa. Saatavissa: [http://www.destia.fi/ajankohtaista/destia-pilotoi-uutta-automattista-](http://www.destia.fi/ajankohtaista/destia-pilotoi-uutta-automattista-liukkaudentorjuntajarjestelmaa-tammisaassa.html)

[liukkaudentorjuntajarjestelmaa-tammisaassa.html](http://www.destia.fi/ajankohtaista/destia-pilotoi-uutta-automattista-liukkaudentorjuntajarjestelmaa-tammisaassa.html) [viitattu 17.4.2012]

GOGREEN Service. Saatavissa:

http://www.dhl.co.uk/en/about_us/sustainability/gogreen.html [viitattu 23.4.2012]

Helpten Oy. Helpten – uutta suomalaista ajattelua ajamiseen. Saatavissa:

<http://www.helpten.fi/fi/yritys/> [Viitattu 10.5.2012]

Hiilijalanjälki. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Hiilijalanj%C3%A4lki> [viitattu 23.4.2012]

Jalkanen, Jukka-Pekka 2009. Laivaliikenteen pakokaasupäästöjen arviointi Itämeren alueella. Ilmansuojelu 2009, Vol 33, nro 1, s.10–15.

Koivula, Petri 2009. Meriliikenteen valvonta automatisoituu. Automaatioväylä. 2009, Vol 25, nro 3, s.33–35.

Launonen, Paula 2008. Ulapalla kelluu iso ilmastopommi. Energia 2008, Vol 24, nro 4, s.30–31.

Lukkari, Jukka 2011. Älyliikenne kurkottaa puheista tekoihin. Tekniikka&Talous 23.9.2011. Saatavissa: <http://lehtiarkisto.talentum.com.xhalax-ng.kyamk.fi:2048/lehtiarkisto/search/show?eid=2367361> [Viitattu 23.5.2012]

Miten lentokoneiden päästöt vaikuttavat? Saatavissa: <http://www.lentoliikennejailmasto.fi> [viitattu 17.4.2012]

Mitä lentokoneiden päästöt ovat? Saatavissa: <http://www.lentoliikennejailmasto.fi> [viitattu 17.4.2012]

Mitä on älyliikenne? Saatavissa: <http://www.lvm.fi/alyliikenne> [viitattu 19.4.2012]

Mäkinen, Ville 2008. Liian kallis liikenneturva. Tietoviikko 14.11.2008. Saatavissa: <http://lehtiarkisto.talentum.com.xhalax-ng.kyamk.fi:2048/lehtiarkisto/search/show?eid=1449337> [Viitattu 23.5.2012]

Raninen, Pekka 2009. Ilmastonmuutoksen vaikutuksia kuljetuslogistiikkaan - haasteita ja mahdollisuuksia. Opinnäytetyö.

Rantanen, Kalevi 2011. Vihreä moottoritie ohjaa autoa. Tiede 2000, 2011, Vol 31, nro 7, s.12–13.

Raunio, Helena 2011. Itämeri voikin olla turvallinen. Tekniikka&Talous 21.10.2011. Saatavissa: <http://lehtiarkisto.talentum.com.xhalax-ng.kyamk.fi:2048/lehtiarkisto/search/show?eid=2383223> [Viitattu 23.5.2012]

Reducing greenhouse gas emissions. Saatavissa: http://www.maerskline.com/link/?page=brochure&path=/about_us/environment/reducing_gas_emissions [viitattu 24.4.2012]

Salin, Kimmo 2011. Sähköautot jäävät sivuosaan. Tekniikka&Talous 26.8.2011. Saatavissa: <http://lehtiarkisto.talentum.com.xhalax-ng.kyamk.fi:2048/lehtiarkisto/search/show?eid=2360828> [Viitattu 23.5.2012]

Shipping carbon neutral with UPS. Saatavissa: <http://www.ups.com/content/us/en/resources/ship/carbonneutral/shipping.html> [viitattu 24.4.2012]

Valitse älykäs liikenne. Saatavissa: <http://www.its-finland.fi/ITSFinland20066Valitsealykasliikenne.pdf> [viitattu 18.4.2012]

Vihma, Päivi 2001. Äly hiipii autoihin. Talouselämä 2.3.2001. Saatavissa: <http://lehtiarkisto.talentum.com.xhalax-ng.kyamk.fi:2048/lehtiarkisto/search/show?eid=182207> [Viitattu 23.5.2012]

Vähemmän kuormittavaa kuljetusta. Saatavissa: <http://www.itella.fi/group/vastuullisuus/ymparisto/kuljetukset.html> [viitattu 25.4.2012]

Ympäristövastuu – enemmän vähemmällä. Saatavissa: <http://www.itella.fi/group/vastuullisuus/ymparisto/> [viitattu 25.4.2012]

Älykkäät liikennejärjestelmät. Saatavissa: http://www.its-finland.fi/its_brochure_2003_fi.pdf [viitattu 18.4.2012]

Älysovellukset tuovat liikenteeseen järkeä. Saatavissa: <http://www.t-lehti.fi/artikkelit/alysovellukset-tuovat-liikenteeseen-jarkea/> [viitattu 23.5.2012]